

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JÉSSICA CAROLINE MARAN

**TRATAMENTOS SILVICULTURAIS COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO
FLORESTAL POR TALHÕES EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA**

CURITIBA

2016

JÉSSICA CAROLINE MARAN

**TRATAMENTOS SILVICULTURAIS COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO
FLORESTAL POR TALHÕES EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

Co-Orientador (a): Dra. Maria Augusta D. Rosot

CURITIBA

2016

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Maran, Jéssica Caroline

Tratamentos silviculturais como subsídio ao ordenamento florestal por talhões em um fragmento de floresta ombrófila mista / Jéssica Caroline Maran. – Curitiba, 2016.

114 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

Coorientador: Prof^a. Dr^a. Maria Augusta D. Rosot

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós -Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 29/03/2016.

Área de concentração: Manejo Florestal.

1. Florestas. 2. Manejo florestal. 3. Sistemas silviculturais. 4. Mata Atlântica. 5. Teses. I. Figueiredo Filho, Afonso. II. Rosot, Maria Augusta D. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.2



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Programa de Pós Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL
Código CAPES: 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **JÉSSICA CAROLINE MARAN**, intitulada: **"TRATAMENTOS SILVICULTURAIS COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO FLORESTAL POR TALHÕES EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA"**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO.

Curitiba, 29 de Março de 2016.


Prof AFONSO FIGUEIREDO FILHO (UFPR)
(Presidente da Banca Examinadora)


Prof NELSON CARLOS ROSOT (UFPR)


Prof YEDA MARIA MALHEIROS DE OLIVEIRA (EMBRAPA)



A todos aqueles que acreditam no Manejo Florestal Sustentável
como um elemento decisivo para perpetuar a sobrevivência da
Araucaria angustifolia dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A meus pais, Marilene Eva Guerreiro Maran e Moacir Scaloni Maran, pelo constante apoio, dedicação e carinho.

Aos meus orientadores, Afonso Figueiredo Filho e Maria Augusta Doetzer Rosot, que depositaram sua confiança em mim, agradeço pela nobre oportunidade, excelente orientação e amizade.

A toda a equipe do Laboratório de Monitoramento Ambiental, da Embrapa Florestas, Denise Jeton Cardoso, Luziane Franciscan, Marilice Cordeiro Garrastazu, Naíssa Batista da Luz e Clauber Rogério da Costa, por me acompanharem nessa jornada, aconselhando e auxiliando, sempre que possível.

Ao pesquisador André Eduardo Biscaia de Lacerda, e aos técnicos Arnaldo de Oliveira Soares e Carlos Roberto Urió por todo o conhecimento compartilhado a respeito da área de estudo, e pelo acompanhamento as visitas em campo e levantamento de dados, muito obrigada.

Aos membros da banca examinadora, Nelson Carlos Rosot, Yeda Maria Malheiros de Oliveira e Fernando Luiz Dlugosz, pelas sugestões e ideias compartilhadas, que ajudaram no enriquecimento deste trabalho.

As amigas e colegas de profissão, Ana Paula Marques Martins, Mariana Stang e Viviane Helena Palma, que tive o prazer de conhecer por meio do Programa de Pós-Graduação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade do desenvolvimento desta pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos concedida.

“ A menos que modifiquemos nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo. ”

Albert Einstein

RESUMO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), integrante do Bioma Mata Atlântica, é a formação florestal mais característica do Sul do Brasil. Entretanto, a maioria de seus remanescentes encontra-se empobrecida pela extração predatória e seletiva praticada no passado, que resultou em diversas transformações dessa paisagem, formando um mosaico de fragmentos em diferentes estágios sucessionais, com grandes variações florísticas e estrutural. O presente estudo objetivou a definição de tratamentos silviculturais gerais para as diferentes subtipologias encontradas em um fragmento de FOM, como subsídio ao ordenamento florestal por talhões, por entender-se que formações que apresentam composições específicas de espécies, em distintos estágios de desenvolvimento e número de estratos, requerem diferentes abordagens no que diz respeito ao manejo florestal sustentável de seus recursos; sendo este o caminho mais eficaz para garantir a conservação da floresta. Especificamente, objetivou-se classificar e mapear as subtipologias florestais do fragmento objeto de estudo, por meio da técnica de interpretação visual de uma imagem satelitária de alta resolução (*WorldView-2*): empregando parâmetros texturais, espectrais e de composição florística, associados à análise de informações de inventário florestal. Objetivou-se também estabelecer critérios para o talhonamento da área, realizado em ambiente SIG, por meio do cruzamento das camadas de uso e cobertura da terra (subtipologias), hidrografia e rede viária. Adicionalmente foram definidas técnicas silviculturais gerais por unidade silvicultural, adaptadas da literatura, partindo de um modelo mais simples, considerando os objetivos e particularidades de cada subtipologia. Assim, a metodologia empregada envolveu três diferentes etapas principais: i) compilação e análise de informações disponíveis sobre a área de estudo; ii) divisão territorial; iii) descrição e definição de técnicas silviculturais gerais por unidade silvicultural. Como resultado, caracterizaram-se áreas de uso restrito para o manejo florestal, bem como seis subtipologias florestais em diferentes estágios de desenvolvimento na escala sucessional, agrupadas em quatro unidades silviculturais (US): Floresta com araucária (FA); Floresta estruturada (FE); Floresta degradada (FD); e Vegetação de solos úmidos (SU). O talhonamento gerou 252 talhões, sendo 84 destes correspondentes a zonas de uso restrito e 168 referentes às áreas passíveis de manejo, para as quais regimes silviculturais gerais foram prescritos, considerando as diferentes US. Para todas as unidades silviculturais, aponta-se a importância do manejo da taquara, inibidora do processo sucessional. No caso da US-FA, objetivando uma floresta regulada, propõe-se uma intervenção por meio do método de seleção; para a US-FE pretende-se preparar a floresta para a futura produção de bens e serviços, por meio de cortes de melhoramento e plantios de adensamento; tratando-se da US-FD, por ser uma área muito degradada e ainda em estágio inicial de desenvolvimento, objetiva-se a restauração deste ecossistema, mas com aproveitamento de *Mimosa scabrella* (bracatinga), manejando-a por meio do raleio, além da utilização de sistemas de recomposição e enriquecimento para tais áreas. Tratamentos silviculturais também foram propostos para as áreas de APP, como a obtenção de produtos florestais não madeireiros, bem como a continuidade das operações nas áreas abrangidas pelas parcelas experimentais (PE) já instaladas na área de estudo por pesquisadores da Embrapa Florestas.

Palavras-chave: Manejo. Floresta com Araucária. Subtipologias. Unidades Silviculturais. *WorldView-2*.

ABSTRACT

The Mixed Ombrophylous Forest (OMF), which is part of the Atlantic Forest Biome, is the most prominent forest formation of Southern Brazil. Due to predatory and selective extraction, the remaining remnants of the OMF have become increasingly impoverished in recent years. This has resulted in several landscape transformations, forming a mosaic of fragments in varying successional stages, with large floristic and structural variations. This study aimed to define silvicultural treatments specific to the different sub-typologies found within an OMF fragment, as a subsidy to the forest management by stands. As the Araucaria Forest, sub-typologies present specific species compositions, at various stages of development with a range of *strata*, it is necessary to develop sustainable forest management techniques specific to the composition of each sub-typology in order to ensure forest conservation. More specifically, the objective of this research was to classify and map the forest sub-typologies of the study area by visual interpretation of a very high-resolution satellite imagery (*WorldView-2*) using textural, spectral and floristic composition parameters associated with available forest inventory information. As well, the study aimed to establish a criteria for the division of the study area into homogeneous stands, which was performed in a GIS environment using overlaying operations with the following layers: land use and land cover (sub-typologies), hydrography and roads. Furthermore, general silvicultural techniques adapted from literature were defined for each silvicultural unit, departing from a simpler model and considering the objectives and characteristics of each forest formation. Therefore, the methodology involved three primary components: i) compilation and analysis of available information about the study area; ii) territorial division; iii) description and definition of general silvicultural techniques for silvicultural units. As a result, areas of restricted use for forest management, as well as six forest sub-typologies in different phases of succession, were grouped into four silvicultural units (SU): Forest with araucaria (FA), Structured forest (SF), Degraded forest (DF), and wet soils vegetation (WS). The division of the area generated 252 stands, 84 of which corresponded to restricted areas, and 168 related to manageable areas, for which general silvicultural systems were prescribed based on the different SU. It was noted for all silvicultural units the importance of bamboo management, as it is an inhibitor of successional processes. In the case of SU-FA, as the goal is to achieve a regulated forest, the selection method is proposed as a method of intervention. For the SU-EF, the objective is to prepare the forest for future production of goods and services, which will be achieved through improvement cuts and high-density plantings. In regards to the SU-DF, as this area is very degraded and in early stages of development, the goal is to restore this ecosystem through enrichment plantings, while simultaneously managing the pioneer species *Mimosa scabrella* for commercial purposes. Silvicultural treatments have also been proposed for the permanent preservation areas (PPA), which include obtaining non timber forest products, as well as the continuation of operations in the areas corresponding to the experimental plots (EP) already installed in the study area by researchers from Embrapa Forestry.

Key-Words: Forest Management. Araucaria Forest. Sub-typologies. Silvicultural Units. *WorldView-2*.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA EM CAÇADOR - SC (EEEC).....	35
FIGURA 2 –	BANDAS ESPECTRAIS DO SENSOR <i>WORLDVIEW-2</i>	41
FIGURA 3 –	ASPECTO DAS COMPOSIÇÕES COLORIDAS SELECIONADAS PARA O MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO, UTILIZANDO AS BANDAS DO SENSOR <i>WORLDVIEW-2</i> : R8G6B3 (A); R7G5B3 (B)..	45
FIGURA 4 –	ASPECTO DAS IMAGENS PANCROMÁTICA, MULTIESPECTRAL E SUA RESPECTIVA FUSÃO, PARA A ÁREA DE ESTUDO.....	45
FIGURA 5 –	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE UTILIZADOS PARA CONFERÊNCIA DO MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS SUBTIPOLOGIAS IDENTIFICADAS NA ÁREA, COM DETALHE EM TRÊS DIFERENTES PONTOS.....	47
FIGURA 6 –	ESQUEMA DEMONSTRATIVO DO PROCESSO DE ORDENAMENTO APLICADO À ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA, EM CAÇADOR – SC, A PARTIR DO CRUZAMENTO DE DIFERENTES CAMADAS EM AMBIENTE SIG.....	51
FIGURA 7 –	PROCESSO DE CRIAÇÃO DOS TALHÕES PARA FINS OPERACIONAIS – PARTINDO DA DIVISÃO DA ÁREA EM SUBTIPOLOGIAS (A), TALHONAMENTO (B) ATÉ A AGREGAÇÃO DE POLÍGONOS COM MENOS DE 1 HECTARE A TALHÕES ADJACENTES DE MAIORES PROPORÇÕES (C).	52
FIGURA 8 –	CARACTERIZAÇÃO DOS RIOS PERENES (A) E INTERMITENTES (B) QUE PERCORREM A ÁREA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA, EM CAÇADOR - SC.	55
FIGURA 9 –	CARACTERIZAÇÃO DAS VÁRZEAS OBSERVADAS NA ÁREA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA, EM CAÇADOR - SC...	56
FIGURA 10 –	MAPA TEMÁTICO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA, EM CAÇADOR - SC.....	57
FIGURA 11 –	LOCALIZAÇÃO DE UMA DAS CINCO ÁREAS DE MONITORAMENTO DA REGENERAÇÃO NATURAL NA ÁREA DE ESTUDO, COM PARCELAS INSTALADAS EM 2007.	59
FIGURA 12 –	LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS DO PLANTIO DE ENRIQUECIMENTO COM MUDAS DE <i>Araucaria angustifolia</i> NA ÁREA DE ESTUDO, INSTALADAS EM 2011.....	61
FIGURA 13 –	LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS DO PLANTIO DE <i>Araucaria angustifolia</i> DERIVADO DE MUDAS E SEMENTES NA ÁREA DE ESTUDO, INSTALADAS EM 2012.	63

FIGURA 14 – LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS DO PLANTIO DE <i>Ilex paraguariensis</i> SOB COBERTURA, NA ÁREA DE ESTUDO, INSTALADAS EM 2014.	66
FIGURA 15 – ÁREA EXPERIMENTAL 1, DESTINADA AO MANEJO DE ERVAIS SOB COBERTURA, ANTES DA REMOÇÃO DA TAQUARA-LIXA (A); APÓS O SEU CONTROLE MECÂNICO (B); COM A MARCAÇÃO DO PLANTIO UTILIZANDO-SE ESTACAS (C) E; APÓS A GERMINAÇÃO DAS BRACATINGAS ORIGINADAS POR SEMEADURA A LANÇO (D).....	67
FIGURA 16 – LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS, NA ÁREA DE ESTUDO, INSTALADOS EM 2011.....	70
FIGURA 17 – RESPOSTA ESPECTRAL DAS ÁREAS EM ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.	74
FIGURA 18 – ÁREA COM PRESENÇA DE VEGETAÇÃO EM ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL: AGRUPAMENTO DENSO DE <i>Mimosa scabrella</i> (A); AGRUPAMENTO DE <i>M. scabrella</i> COM INDIVÍDUOS DE OUTRAS ESPÉCIES PIONEIRAS (B); AGRUPAMENTO DE <i>M. scabrella</i> COM MUITOS INDIVÍDUOS DE OUTRAS ESPÉCIES (C).....	75
FIGURA 19 – ÁREAS EM ESTÁGIO SECUNDÁRIO INICIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL (A), COM PRESENÇA MASSIVA DE TAQUARA-LIXA EM SEU SUB-BOSQUE (B).....	76
FIGURA 20 – RESPOSTA ESPECTRAL DAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO EM ESTÁGIO INTERMEDIÁRIO DE REGENERAÇÃO, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.....	78
FIGURA 21 – ÁREAS EM ESTÁGIO INTERMEDIÁRIO DE REGENERAÇÃO NATURAL – SUBTIPOLOGIA “ASSOCIAÇÃO CAMBOATÁ/CANELAS” – SEM A PRESENÇA DE TAQUARA (A) E COM A PRESENÇA DE TAQUARA EM SEU SUB-BOSQUE (B).....	78
FIGURA 22 – RESPOSTA ESPECTRAL DAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO, COM PREDOMINÂNCIA DE CANELAS, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.....	80
FIGURA 23 – ÁREAS EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO NATURAL – SUBTIPOLOGIA “CANELAS” (A) (B) – COM PRESENÇA DE <i>Dicksonia sellowiana</i> (C) E GRAMÍNEAS (D) NO SUB-BOSQUE.....	80
FIGURA 24 – RESPOSTA ESPECTRAL DAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO, COM PREDOMINÂNCIA DE ARAUCÁRIA, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.....	82

FIGURA 25 – ÁREAS EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO NATURAL – SUBTIPOLOGIA “PREDOMINÂNCIA DE ARAUCÁRIA” (A) – COM PRESENÇA DE <i>Dicksonia sellowiana</i> NO SUB-BOSQUE (B).	82
FIGURA 26 – RESPOSTA ESPECTRAL DAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO, COM PRESENÇA DE ARAUCÁRIA EM BAIXA DENSIDADE, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.	83
FIGURA 27 – RESPOSTA ESPECTRAL DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ÁREAS ÚMIDAS, COM ESTÁGIO DE REGENERAÇÃO NÃO DEFINIDO, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.	84
FIGURA 28 – ÁREAS COM ESTÁGIO DE REGENERAÇÃO NATURAL NÃO DEFINIDO – SUBTIPOLOGIA “VEGETAÇÃO DE SOLOS ÚMIDOS” (A) (B).	85
FIGURA 29 – RESPOSTA ESPECTRAL DE DIFERENTES USOS DO SOLO NA COMPOSIÇÃO N2REG: ÁREAS DE VÁRZEA (A); CORPOS D’ÁGUA (B); ESTRADA (C); SOLO EXPOSTO (D); AGRICULTURA/FRUTICULTURA (E); GALPÃO (F).	86
FIGURA 30 – MAPA TEMÁTICO DAS SUBTIPOLOGIAS FLORESTAIS PARA A ÁREA DE ESTUDO, OBTIDO POR MEIO DE INTERPRETAÇÃO VISUAL.	88
FIGURA 31 – MAPA TEMÁTICO DOS ESTÁGIOS SUCESSIONAIS DA VEGETAÇÃO PARA A ÁREA DE ESTUDO OBTIDO POR MEIO DE ESPÉCIES CARACTERÍSTICAS.	89

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1	A FLORESTA OMBRÓFILA MISTA	18
3.1.1	Histórico da Floresta Ombrófila Mista na região do Contestado	23
3.2	O MANEJO FLORESTAL	27
3.2.1	Silvicultura	28
3.2.2	Ordenamento florestal e o método de ordenamento por talhões	30
4	MATERIAL E MÉTODOS	34
4.1	COMPILAÇÃO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS.....	34
4.1.1	Caracterização da área de estudo.....	34
4.1.1.1	Informações geológicas e edáficas	35
4.1.1.2	Informações climáticas	36
4.1.1.3	Informações hidrográficas e hidrológicas	37
4.1.1.4	Estudos e inventários florísticos	38
4.1.2	Base cartográfica e material de apoio	40
4.1.2.1	Imagem de satélite	41
4.1.2.1.1	Descrição do sensor <i>WorldView-2</i>	41
4.2	DIVISÃO TERRITORIAL	42
4.2.1	Mapeamento e definição de zonas com restrição de uso.....	42
4.2.1.1	Zonas com restrições legais de uso	42
4.2.1.2	Zonas com restrições operacionais de uso	43
4.2.2	Mapeamento e definição das zonas passíveis de manejo	44
4.2.2.1	Definição de classes homogêneas do meio físico	44
4.2.2.1.1	Identificação e verificação das subtipologias em campo	46
4.2.2.2	Definição de Unidades Silviculturais (US)	47
4.2.2.3	Talhonamento.....	49
4.2.2.4	Agregação de talhões para fins operacionais.....	50
4.3	DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DE TÉCNICAS SILVICULTURAIS	52
4.3.1	Definição de tratamentos silviculturais gerais por unidade silvicultural (US)	53
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1	DIVISÃO TERRITORIAL	54
5.1.1	Descrição das zonas com restrição de uso	54
5.1.1.1	Zonas com restrições legais de uso	54
5.1.1.2	Zonas com restrições operacionais de uso	56
5.1.1.2.1	Parcelas de monitoramento da regeneração natural.....	56
5.1.1.2.2	Plantio de enriquecimento com mudas de <i>Araucaria angustifolia</i>	59

5.1.1.2.3	Plantio de <i>Araucaria angustifolia</i> derivado de mudas e sementes	62
5.1.1.2.4	Recuperação de áreas visando o manejo de ervais sob cobertura	64
5.1.1.2.5	Sistemas agroflorestais	69
5.1.2	Descrição das unidades homogêneas de mapeamento (subtipologias)...	72
5.1.2.1	Floresta em estágio inicial de regeneração natural	73
5.1.2.2	Floresta em estágio médio de regeneração natural	77
5.1.2.3	Floresta em estágio avançado de regeneração natural.....	78
5.1.2.3.1	Canelas	79
5.1.2.3.2	Predominância de araucária.....	81
5.1.2.3.3	Baixa densidade de araucária	83
5.1.2.4	Vegetação com estágio de regeneração natural não definido.....	84
5.1.2.5	Outros tipos de uso e cobertura da terra	85
5.1.2.6	Observações gerais sobre o mapeamento.....	86
5.1.3	Talhonamento.....	87
5.2	DEFINIÇÃO DE TÉCNICAS SILVICULTURAIS GERAIS POR UNIDADE SILVICULTURAL (US)	91
5.2.1	Proposição de tratamentos silviculturais gerais por unidade silvicultural .	91
5.2.1.1	Tratamento proposto para a floresta com presença de araucária (FA)	92
5.2.1.2	Tratamento proposto para a floresta estruturada (FE)	95
5.2.1.3	Tratamento proposto para a floresta degradada (FD)	96
5.2.2	Proposição de tratamentos silviculturais gerais por zona com uso restrito	97
5.2.2.1	Tratamento proposto para as zonas com restrições legais de uso (APP)	97
5.2.2.2	Tratamento proposto para as zonas com restrições operacionais de uso (PE)	99
6	CONCLUSÃO	101
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103

1 INTRODUÇÃO

As florestas, de forma geral, constituem um dos mais valiosos recursos naturais: são centros de biodiversidade, abrigando dezenas de milhares de espécies de plantas, animais e microrganismos; constituem importantes reguladores do clima, da drenagem da água da chuva, além de serem eficientes protetoras do solo; adicionalmente, são imprescindíveis fontes de recursos para o homem, como madeira, além da celulose, resinas, taninos e óleos essenciais, entre outros produtos florestais não madeireiros (BACKES, 2009b). A Floresta Ombrófila Mista (FOM), por sua vez, constitui um dos mais exuberantes e representativos ecossistemas do Brasil, abrigando uma das poucas espécies de coníferas de ocorrência subtropical no Hemisfério Sul do Continente Americano: a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Além desta, muitas outras espécies formam comunidades interativas e diferenciadas em florística, estrutura e organização ecológica nesta região fitoecológica, sendo elevado o seu grau de biodiversidade (SANQUETTA; MATTEI, 2006).

O Brasil é um país predominantemente florestal, tanto que a sua própria história se confunde com a história da exploração de suas florestas. Mais especificamente, na região Sul, uma das maiores e mais importantes reservas florestais do país foi intensivamente explorada no último século, fazendo com que os biomas florestais desta região, sobretudo a Floresta Ombrófila Mista, estejam hoje no limiar de sua extinção (BACKES, 2009b), restritos a fragmentos de pequeno e médio porte (FONSECA *et al.*, 2009). Essas áreas, em diferentes graus de antropismo, compõem atualmente um mosaico de formações em distintas fases sucessionais e com grandes variações florísticas e estruturais (SANQUETTA; MATTEI, 2006).

Considerando sua área de distribuição atual, apenas uma pequena percentagem da FOM encontra-se protegida, seja por unidades de proteção permanente ou por outros tipos de reservas federais, estaduais e municipais. Assim, a conservação da biodiversidade associada a essa floresta passa necessariamente por alternativas ecológicas e economicamente sustentáveis para o seu uso em terras privadas (FONSECA *et al.*, 2009).

Poucos países dispõem de uma diversidade de ecossistemas e de cenários naturais como o Brasil. No entanto, são ainda raros os programas visando o uso sustentável desses recursos (BACKES, 2009b), que satisfaçam as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas

próprias necessidades. O que tem ocorrido, na verdade, é justamente o oposto, uma vez que instrumentos legais que privilegiam políticas preservacionistas têm sido criados, entendendo-se que a única forma lícita de se conservar as florestas é mantê-las intocadas (CARRERA *et al.*, 2004). Tal tendência deve-se, em parte, ao histórico de décadas de más intervenções, desde a extração das melhores árvores com a consequente degradação da composição e estrutura da floresta, até a sua total remoção para conversão de uso da terra (REYES, 2006); à inexistência de ações de fomento ao desenvolvimento produtivo florestal (BRUNA, 2006); bem como ao processo de êxodo rural (CARRERA *et al.*, 2004).

No entanto, a adoção do manejo florestal de uso múltiplo, em toda a extensão e propriedade que o conceito engloba, representa a medida mais eficaz contra o avanço da fragmentação da FOM. Ao mesmo tempo, é na busca progressiva e gradual pelo aumento da eficiência do manejo florestal sustentável em todas as suas dimensões de forma equilibrada, que a Floresta de Araucária poderá vir a ser novamente valorizada pelas populações inseridas na sua região de ocorrência natural (ROSOT, 2007).

A realização de pesquisas sobre o manejo em Floresta de Araucária não tem sido incentivada, principalmente em função das atuais restrições legais. No entanto, o estudo desse ecossistema com o objetivo de converter seu potencial de uso em realidades concretas representa uma possibilidade de valorizar as florestas naturais e assegurar sua manutenção para as gerações futuras (SOLER MAYOR, 2006). Assim, por meio do manejo florestal sustentável, a floresta representará uma fonte de recursos na propriedade rural, pela produção de bens e serviços; garantirá a conservação da biodiversidade, pela proteção conferida à fauna e à flora que abriga; integrará a paisagem de forma permanente, constituindo um elemento vivo e dinâmico e não somente um relicto inativo, mantido na propriedade apenas por força de lei (ROSOT, 2007).

É inegável que propor um modelo de manejo para a Floresta Ombrófila Mista representa, hoje, um desafio, pela multiplicidade e fragilidade dos ecossistemas envolvidos, pelos embates ideológicos ocorridos entre grupos de interesse diversos, pelos inúmeros fatores e variáveis a considerar quando do planejamento de operações e pela falta de parâmetros técnicos suficiente e adequadamente validados por experiências anteriores (ROSOT *et al.*, 2013). No entanto, o manejo das florestas, se conduzido de maneira adequada, representa uma atividade viável sob o ponto de

vista do conceito moderno de sustentabilidade, ou seja, pode ser economicamente viável, ecologicamente correta e socialmente justa (SANQUETTA; MATTEI, 2006).

Nesse sentido, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – unidade Florestas – desenvolve, atualmente, um projeto denominado “Uso e conservação da araucária na agricultura familiar”, que visa disponibilizar e sistematizar técnicas de manejo florestal e de sistemas de produção sustentáveis para a conservação e uso da araucária na agricultura familiar. Tal projeto foi motivado pela dificuldade existente na interpretação, ou no desconhecimento das possibilidades legais para o uso da araucária, o que tem levado à “mistificação” desta espécie, desestimulando tanto o seu manejo em formações naturais quanto o seu plantio em sistemas diversificados de produção. Para tanto, o projeto se baseia fortemente na implantação, avaliação e monitoramento de ensaios silviculturais com vistas ao desenvolvimento de modelos que possam ser replicados nas propriedades rurais.

No âmbito do projeto da Embrapa Florestas está inserida a pesquisa aqui apresentada, pretendendo-se disponibilizar um referencial teórico e prático para a adoção do manejo na Floresta de Araucária, visando à sua valorização e conservação, além de fornecer fundamentos técnico-científicos capazes de embasar a elaboração e/ou revisão da legislação ambiental relativa ao uso do recurso florestal, bem como nortear políticas de incentivo a essa atividade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve por objetivo definir um conjunto de tratamentos silviculturais para distintas subtipologias da Floresta Ombrófila Mista presentes em um fragmento de grandes dimensões, como forma de subsidiar um futuro plano de ordenamento florestal por talhões a ser aplicado à área de estudo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar e mapear as subtipologias florestais presentes na área de estudo com base em imagens digitais de alta resolução;
- Estabelecer critérios para o talhamento e descrever talhões-tipo;
- Definir técnicas silviculturais gerais por unidade silvicultural, considerando os objetivos do manejo e a aptidão de cada talhão;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), integrante do Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2006), é uma unidade fitoecológica onde se contempla a coexistência de representantes de duas floras distintas mais antigas: a Temperada Austro-Brasileira e a Tropical Afro-Brasileira (KOCH; CORRÊA, 2002; RODERJAN *et al.*, 2002; MÄHLER JUNIOR; LAROCCA, 2009). Também conhecida como “Floresta de Araucária” ou “Pinheiral” (VELOSO *et al.*, 1991; IBGE, 2012), a FOM é a formação florestal mais característica do Sul do Brasil (BACKES, 2009b), cuja fisionomia é fortemente marcada pela dominância da espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), a gimnosperma nativa de maior importância econômica e biológica do país (RODERJAN *et al.*, 2002; ANSELMINI, 2005), quase sempre associada à outra representante das coníferas do Hemisfério Sul, *Podocarpus lambertii* Klotz (Podocarpaceae) (VELOSO *et al.*, 1991).

Originalmente a Floresta Ombrófila Mista ocupava cerca de 20 milhões de hectares (GUERRA *et al.*, 2002; KOCH; CORRÊA, 2002; BACKES, 2009a), compreendendo as formações florestais típicas e exclusivas dos planaltos da região Sul do Brasil (RODERJAN *et al.*, 2002), distribuída nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com disjunções na região Sudeste, concentrando-se em menores agrupamentos nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo, em áreas de altitude elevada (HUECK, 1972; CARVALHO, 1994; KOCH; CORRÊA, 2002; BACKES, 2009a; GUERRA *et al.*, 2002). Há, ainda, pequenas manchas dessa unidade fitogeográfica em países vizinhos, como na Argentina (no extremo nordeste, na Província de Misiones) e no Paraguai (na região leste, no Departamento de Alto Paraná) (HUECK, 1972; CARVALHO, 1994; KOCH; CORRÊA, 2002; RODERJAN *et al.*, 2002; ANSELMINI, 2005).

Dependendo da região, a Floresta de Araucária apresenta diferentes características em sua composição (KOCH; CORRÊA, 2002). Quatro formações da Floresta Ombrófila Mista são identificadas pelo Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012): “aluvial”, localizada em terraços antigos associados à rede hidrográfica; “submontana”, constituindo disjunções em altitudes inferiores a 400 metros; “montana”, situada aproximadamente entre 400 e 1.000 metros de altitude; e

“alto-montana”, compreendendo as altitudes superiores a 1.000 metros. Assim, espécies que ocorrem de maneira predominante em uma área de floresta surgem de forma menos destacada em outra ou, ainda, de modo quase inexpressivo (KOCH; CORRÊA, 2002). Entre as Angiospermas típicas da flora austral observam-se, de forma geral, representantes das famílias Winteraceae, Aquifoliaceae, Cuninoniaceae e Rhamnaceae, de hábito arbóreo, e Onagraceae e Griselinaceae, de hábito arbustivo ou escandente. Apesar da presença marcante de espécies da flora austral, há predominância de espécies de origem tropical na composição florística destas matas, onde se destacam gêneros como *Ocotea* spp. e *Nectandra* spp. (Lauraceae) e várias Myrtaceae neotropicais (VALERIANO, 2010).

No entanto, entre as centenas de espécies arbóreas associadas à araucária, algumas se destacam de forma especial, tais como *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire (Aquifoliaceae), *Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso (Lauraceae); *O. odorifera* (Vell.) Rohwer; *O. pulchella* Mart.; *Podocarpus lambertii* Klotz. (Podocarpaceae); *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae); *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. (Bignoniaceae); *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae); *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (Meliaceae); *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae); *Campomanesia xanthocarpa* Berg. (Myrtaceae); *Sloanea lasiocoma* K. Schum. (Elaeocarpaceae); *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae); *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (Malvaceae); *Capsicodendron dinisii* (Schwacke) Occhioni (Canellaceae); *Mimosa scabrella* Benth. (Mimosaceae); *Matayba elaeagnoides* Radlk. (Sapindaceae); e *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr. (Asteraceae), devido à sua aplicabilidade, uso comercial e a consequente repercussão econômica (KOCH; CORRÊA, 2002).

A riquíssima biodiversidade encontrada nesta unidade fitogeográfica, que chegou a cobrir mais de um terço de toda a região, abriga centenas de espécies vegetais e animais, em um universo complexo e dinâmico (KOCH; CORRÊA, 2002). No entanto, devido ao intenso processo de exploração predatória iniciado com o período de colonização do sul do país pelos europeus, e agravado à medida que foram intensificadas as atividades econômicas, a ocorrência da Floresta de Araucária limita-se a valores estimados entre 2 a 4% de sua área de cobertura original (GUERRA *et al.*, 2002; MÄHLER JUNIOR; LAROCCA, 2009). No início do século XX cerca de 35% da cobertura dos estados do Sul do Brasil estavam ainda representados pela Floresta Ombrófila Mista (GUERRA *et al.*, 2002); contudo, o avanço da fronteira econômica sobre as vastas regiões cobertas por pinheirais conseguiu levar essa rica e singular

floresta a uma situação de visível degradação biológica, em pouco mais de um século, sendo evidentes os reflexos da excessiva e irracional exploração madeireira de suas principais espécies arbóreas (MÄHLER JUNIOR; LAROCCA, 2009). Além disso, o processo gradativo de conversão do uso da terra resultou em uma intensa fragmentação deste bioma (ROSOT *et al.*, 2007).

Nos últimos 60 anos houve esforços para criar unidades de conservação que englobassem remanescentes de Floresta de Araucária. No entanto, o apogeu da devastação foi anterior à maior parte dessas iniciativas e, com poucas exceções, os fragmentos remanescentes encontram-se, em grande parte, parcial ou totalmente descaracterizados como unidades estruturais e funcionais (BACKES, 2009a). Até meados da década de 1980 não existiam grandes restrições à exploração indiscriminada das florestas de araucária. Nos chamados “Planos de Exploração Florestal” era permitida a supressão de praticamente todos os indivíduos com diâmetros acima de 40 centímetros (SANQUETTA; MATTEI, 2006; BASSO, 2010), apesar de o resultado do Inventário Florestal Nacional – Paraná/Santa Catarina – evidenciar que os remanescentes florestais já se encontravam exauridos e degradados, com a existência de poucas florestas com um volume expressivo de madeira de araucária (PÉLLICO NETTO, 1984).

Devido ao severo grau de degradação observado no ecossistema que a abriga, hoje a espécie *Araucaria angustifolia*, principal elemento da Floresta Ombrófila Mista, é protegida por lei, sendo a conservação desta unidade fitoecológica considerada uma questão crítica (VIEIRA; IOB, 2009). A publicação da Resolução nº 278, de 24 de maio de 2001 (CONAMA, 2001), que dispõe contra o corte a exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica, vedou todo e qualquer aproveitamento comercial dessas espécies – entre elas *A. angustifolia*, *Ocotea porosa*, *Ocotea pretiosa* e *Ocotea catharinensis*, todas presentes na FOM – além de suspender os planos de manejo florestal que se encontravam em execução na sua área de abrangência (PIRES, 2006).

Entretanto, esta resolução, assim como demais legislações proibitivas, trouxe muitos resultados negativos citados por Pires (2006, p. 80), tais como a paralisação de planos de manejo bem executados, que respeitavam a capacidade regenerativa da floresta, bem como de toda a cadeia produtiva, gerando mais desemprego. Além disso, esta resolução nivelou bons e maus projetos, impedindo que profissionais

responsáveis e idôneos pudessem praticar o que é apregoado na Engenharia Florestal, isto é, o manejo florestal sustentável (PIRES, 2006).

Carrera *et al.* (2004, p. 70) apontam diversos casos em que a experiência de países da América Latina com proibições destinadas a promover a conservação das florestas tem resultado em efeitos como o aumento do desmatamento, a desvalorização dos recursos florestais, o aumento da exploração madeireira ilegal, bem como o aumento da incidência de incêndios criminosos. No caso da Venezuela, por exemplo, suas florestas nunca foram tão desmatadas quanto durante o período de proibições, iniciado em 1973 nos territórios ao sul do Rio Orinoco e posteriormente generalizado a todo o país: as florestas deixaram de ter valor e tornaram-se um obstáculo para seus proprietários. Tais medidas acabam agindo como incentivos perversos, segundo os autores, causando indiretamente a degradação de sistemas florestais, caso o Estado não tenha recursos suficientes para fazer cumprir a lei.

Além disso, outro problema em evidência, no caso da Floresta de Araucária, é a criação de uma aversão pela espécie *A. angustifolia*, por parte dos proprietários rurais, e até mesmo urbanos, que estão assumindo uma postura de eliminação das novas plântulas da araucária, com medo de que suas propriedades tenham seu uso ainda mais restringido (PIRES, 2006).

Desta maneira, o maior rigor da legislação, nem sempre acompanhado em igual proporção por ações de fiscalização, não tem sido eficaz no sentido de coibir práticas de desmatamento ou conversão do uso do solo para agricultura ou pecuária, na Floresta de Araucária (ROSOT *et al.*, 2007). O total de desflorestamento identificado nas áreas dos 17 Estados da Mata Atlântica no período de 2012 a 2013 foi de 23.948 hectares. Comparado à supressão da floresta nativa nos mesmos estados no período de 2011 a 2012, houve um aumento de 9% na taxa de desmatamento, que vinha gradativamente caindo desde o primeiro levantamento realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2014). Especificamente nos estados do Sul do país, para o mesmo período, o desflorestamento foi caracterizado por um aumento de quase 13% com relação aos dados do período anterior (34% no Estado de Santa Catarina; 50% no Paraná e 43% no Rio Grande do Sul). O desmatamento observado é, talvez, um dos sintomas mais aparentes da falta de um bom uso da floresta. Outros, como a degradação e o desaparecimento de espécies, são menos óbvios, porém mais extensos (LOUMAN; CAMINO, 2004).

Além disso, a regeneração da araucária em ambientes pouco perturbados, ou seja, onde existe muita disputa pela insolação entre árvores adultas, é muito baixa (KOCH; CORRÊA, 2002). A *A. angustifolia* apresenta comportamento de espécie série, necessitando da presença de distúrbios de moderada intensidade para que possa se regenerar naturalmente e se reciclar na floresta (SOARES, 1979). Em comparação entre diferentes populações naturais de araucária, foram constatadas menores taxas de regeneração desta espécie quanto menos perturbada a área (PULCHALSKY *et al.*, 2006). Estudos efetuados em remanescentes da FOM não sujeitos a perturbações antrópicas significativas nos últimos 30 ou 40 anos indicam, ainda, uma possível estagnação do crescimento e declínio nas populações de araucária (HESS *et al.*, 2010; VALERIANO, 2010).

Resultados recentes têm mostrado que em fragmentos de FOM isentos de distúrbios, as variáveis ligadas a crescimento e produção, referente a indivíduos de *A. angustifolia*, tendem a se manter estáveis ou diminuir ao longo do tempo; por sua vez, o recrutamento de indivíduos desta espécie é baixo ou inexistente, devido à intensa competição e a pouca disponibilidade de luz nos estratos inferiores, explicando a superioridade das taxas de mortalidade em relação às de ingresso que têm sido observadas (BECKERT *et al.*, 2014). Nestes casos, o que se verifica é uma gradual diminuição da reprodução da araucária nestes ambientes, com a predominância de pinheiros velhos que vão, aos poucos, cedendo mais espaço a outras espécies, como a imbuia e as canelas (KOCH; CORRÊA, 2002), que são as espécies clímax da comunidade (SOARES, 1979). Isto, aliado ao fato de que as coníferas são espécies mais rústicas e primitivas, aponta a tendência natural do processo evolutivo na superfície terrestre, por meio da sua substituição por espécies latifoliadas, mais evoluídas e especializadas (SOARES, 1979), indicando uma convergência para o desaparecimento da *A. angustifolia* nesse tipo de fragmento, se nenhuma intervenção silvicultural for efetuada (BECKERT *et al.*, 2014).

Dessa forma, a tendência de se proibir qualquer tipo de intervenção da Floresta de Araucária, mesmo o manejo ecológico (PIRES, 2006), a fim de se perpetuar a existência de *A. angustifolia* considerando sua substituição gradual por outras espécies em povoamentos naturais (MULLER, 1986), pode ter consequências adversas à manutenção e perpetuação da própria floresta. Assim, muitos autores apoiam a premissa de que manejar tecnicamente as florestas seria uma melhor forma de conservá-las (KLEIN, 1968; SCHMIDT *et al.*, 1980; REIS, 1993; SCOLFORO,

1997; NUTTO, 2001; MELLO *et al.*, 2003; SANQUETTA *et al.*, 2003; SANQUETTA, 2005; ROSOT *et al.*, 2006; SANQUETTA; MATTEI, 2006; ROSOT, 2007; HESS *et al.*, 2010). O manejo florestal deve ser entendido como um elemento decisivo para perpetuar a sobrevivência da *A. angustifolia*, uma vez que pode contribuir para estimular a regeneração natural, aumentando, também, as taxas de crescimento das árvores remanescentes e diminuindo a mortalidade natural na floresta (SANQUETTA, 2005; SANQUETTA; MATTEI, 2006).

A conservação dos últimos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista constitui um grande desafio, pois ao mesmo tempo em que é preciso investir no aumento da área oficialmente protegida, torna-se também necessário estimular o manejo sustentável dos recursos advindos da floresta (MELLO *et al.*, 2003). O manejo dessas florestas é uma alternativa importante para reduzir o desmatamento nos remanescentes, na medida em que proporciona seu uso de forma sustentável (VENTUROLI *et al.*, 2015). Esse é o caminho mais eficaz para garantir a conservação da floresta em um sentido mais amplo, com benefícios diretos e indiretos para toda a sociedade (SANQUETTA; MATTEI, 2006). A proteção via proibição do uso significa uma desvalorização do bem que, em muitos casos, tem como consequência a perda de interesse na conservação da matéria-prima, de forma que o uso restrito com finalidade de proteger os últimos refúgios restantes desta unidade fitoecológica, bem como da espécie *Araucaria angustifolia*, não condiz com o resultado esperado (NUTTO, 2001).

3.1.1 Histórico da Floresta Ombrófila Mista na região do Contestado

Dominante em todo o Planalto Catarinense, a Floresta de Araucária recebeu o impacto da ação humana e foi suprimida durante setenta anos, no período de 1920 a 1990, para o sustento da economia regional e estadual (THOMÉ, 1995; TRES *et al.*, 2011). Muito antes de Caçador se tornar município, onde se localiza a área de estudo abrangida por este trabalho, praticamente toda a região era coberta por uma Floresta Ombrófila Mista bastante densa, com alta predominância de *A. angustifolia*, além de outras espécies associadas a esta tipologia (ROSOT *et al.*, 2013; ROSOT; SEIDEL, 2015).

A paisagem na região, como se apresenta hoje, foi definida ao longo dos anos por elementos de ordem social, com a ação dos primeiros colonizadores; de ordem

econômica, com a construção da estrada de ferro e a implantação de empresas florestais; de ordem política, com as políticas de devastação, de recuperação e de adequação ambiental; e de ordem sistêmica, como as relações de natureza social, econômica e ambiental (TRES *et al.*, 2011).

Até meados do século XIX a região onde se insere o Município de Caçador permaneceu relativamente intacta, quando teve início uma nova frente de expansão da sociedade nacional brasileira, que atingiu as mais diferentes regiões do território nacional, nas quais vários grupos tribais indígenas ainda se mantinham isolados e autônomos (LOMBARDI *et al.*, 2003). Na região centro-oeste de Santa Catarina o cenário da colonização teve como primeiro marco a fixação de uma diversidade de povos que determinou a vocação econômica da região (TRES *et al.*, 2011). As primeiras comunidades que se instalaram neste território foram os índios, bugres e caboclos oriundos da miscigenação de portugueses e espanhóis com os nativos indígenas das tribos Kaingang, Xoclenge Botocudos. Conhecidos como “mateiros”, esses caboclos subsistiam por meio da extração da erva-mate, pinhão e pequenas criações de animais (TRES *et al.*, 2011; ROSOT *et al.*, 2013; ROSOT; SEIDEL, 2015).

Em 1907 deu-se o início da construção da Estrada de Ferro São Paulo – Rio Grande do Sul no território catarinense, o que trouxe os primeiros imigrantes à região, em sua maioria descendentes de italianos e alemães vindos do Rio Grande do Sul, em busca de terras férteis e baratas, com a inauguração da Estação Ferroviária de “Rio Caçador”, em 5 de maio de 1910 (ROSOT *et al.*, 2013; ROSOT; SEIDEL, 2015). A princípio a região do Planalto Norte Catarinense era, até a chegada da ferrovia, um território praticamente explorado somente pelas comunidades tradicionais, anteriormente citadas (TRES *et al.*, 2011). No entanto, com a construção da estrada de ferro, o governo cedeu largas faixas de terra que margeavam os trilhos à empresa estrangeira *Southern Brazil Lumber & Colonization Company*, para a exploração de madeiras e para a implantação de projetos de colonização nas zonas adjacentes aos trilhos (LOMBARDI *et al.*, 2003).

Do advento da construção da ferrovia, aliado à instalação da *Southern Brazil Lumber & Colonization Company* iniciou-se um ciclo de maior exploração florestal na região (TRES *et al.*, 2011). Antes da década de 1910 a exploração madeireira da floresta com araucária, com exceção de umas poucas serrarias, era apenas destinada a atender necessidades locais de madeira serrada nas colônias ou das pequenas vilas que existiam no planalto (CARVALHO; NODARI, 2010).

Entre 1909 e 1913, a *Lumber* adquiriu um total de 3.248 Km² de terras cobertas por Floresta de Araucária na região. Considerando o volume da produção diária declarada, por informações e estimativas, calcula-se que, nos seus 40 anos de funcionamento, a empresa estrangeira explorou mais de 15 milhões de pinheiros na referida área, além de imbuías, cedros, canelas e perobas (THOMÉ, 1995). Outra estimativa feita no ano de 1936 indicou que eram produzidas mensalmente 24 mil dúzias de tábuas de pinheiro (aproximadamente 9.600 m³ de madeira) somente pela *Lumber*, enquanto que outras 44 serrarias da cidade de Caçador conseguiam produzir juntas 32 mil dúzias de tábuas (12.800 m³ de madeira serrada) (THOMÉ, 1995; DLUGOSZ, 2005). Devido a esta intensa exploração da região, a *Lumber* é apontada como sendo o segundo elemento de alavancagem para um ciclo de reforço na exploração, contribuindo para o processo de transformação da paisagem inicial (TRES *et al.*, 2011).

A agressão da *Lumber* não era apenas à natureza, mas também ao elemento humano que habitava as matas, os caboclos (THOMÉ, 1995). Para estes primeiros colonizadores, a araucária representava uma das maiores dádivas da natureza, pois o pinhão garantia a sobrevivência dos animais selvagens e deles próprios (TRES *et al.*, 2011). Tal agressão, aliada ao fato de que guardas armados da multinacional expulsavam os caboclos das terras consideradas livres por eles, e da qual extraíam a erva-mate, alimentou clima de revolta na população sertaneja regional; isso, somado aos planos de colonização da *Lumber* com imigrantes estrangeiros, às intrigas políticas entre os fazendeiros rivais, à questão de limites, ao fanatismo despertado na religiosidade cabocla, mais ao abandono e ao estado de miséria em que se encontravam milhares de pessoas, culminou na Guerra do Contestado, no ano de 1913 (THOMÉ, 1995), que se estendeu até 1916, freando o processo de colonização da região (ROSOT *et al.*, 2013). Devido a tal acontecimento, hoje, o centro-oeste do Estado de Santa Catarina é conhecido como a “Região do Contestado”.

No entanto, devido ao caráter predatório da exploração florestal realizada na região, visando exclusivamente à lucratividade do capital, as suas consequências rapidamente se fizeram sentir (LOMBARDI *et al.*, 2003). Coincidente com esta época de intensos desmatamentos na floresta com araucária foi promulgado o Código Florestal, em 1934, bem como leis estaduais na tentativa de conservar as matas (CARVALHO; NODARI, 2010).

Em 1940 o monopólio da *Lumber* foi desapropriado pelo governo federal, e consequentemente, iniciou-se uma queda na produção madeireira da região (TRES *et al.*, 2011). Desde a década de 1950 já se observava uma redução da atividade das serrarias; entretanto, a partir de 1960 a produção madeireira entrou em declínio, principalmente graças à redução das reservas florestais de pinheiros (LOMBARDI *et al.*, 2003).

Na década de 1970 o ramo madeireiro passou por uma crise; isto, aliado ao fato de que a floresta de araucária não apresentava mais a mesma abundância, devido à devastação em todo o território do município de Caçador, originou a falência de muitas serrarias, enquanto outras começaram a investir no reflorestamento com *Pinus* sp. (ROSOT *et al.*, 2013). Dessa maneira, a partir da criação da Lei de Incentivos Fiscais nº 5.106, de 2 de setembro de 1966 (BRASIL, 1966), que permitiu às pessoas físicas e jurídicas a aplicação de parte do imposto de renda em programas de reflorestamentos incentivados (TRES *et al.*, 2011), o reflorestamento com *Pinus* sp. foi a solução encontrada para suprir a demanda por madeira, o que veio impedir a falência de várias empresas que, então, passaram a atuar no ramo de reflorestamento. Com o início do corte das primeiras áreas reflorestadas, as indústrias começam a beneficiar a madeira, produzindo móveis, papel e papelão (ROSOT *et al.*, 2013).

No entanto, se no cenário anterior, a política de devastação incentivada pela chegada das companhias internacionais reduziu os principais recursos da floresta, esgotando quase que totalmente as populações de araucária e imbuia, devido ao corte seletivo da floresta original, a lei de incentivos fiscais que caracterizou o fim deste cenário somente contribuiu para a derrubada do que ainda restava das florestas nativas (TRES *et al.*, 2011).

Esses fatos foram determinantes no quadro madeireiro do Sul do Brasil e de certa forma encerraram a “fase do pinheiro” (TRES *et al.*, 2011), marcando o fim do domínio da araucária como a principal espécie madeirável explorada no país e o início da fase do pinus como principal produto da indústria madeireira sulina (CARVALHO; NODARI, 2010). Foi nesse “cenário de recuperação” onde se começou a entender que as técnicas de produtividade que foram responsáveis por garantir o atual estágio de desenvolvimento do homem não eram compatíveis com a conservação da natureza (TRES *et al.*, 2011).

O elemento marcante, que serviu como um balanceador da política de devastação (Lei de Incentivos Fiscais) foi a instituição do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771 de 1965) (BRASIL, 1965) como regulamentação de uma nova política, agora de preservação (TRES *et al.*, 2011). O momento histórico apontava em direção a duas diretrizes básicas: explorar racionalmente as florestas nativas e replantar as áreas devastadas (LOMBARDI *et al.*, 2003).

3.2 O MANEJO FLORESTAL

O manejo florestal é uma atividade que vem sendo praticada há séculos. Sua origem moderna é a Europa e o Japão e, mais recentemente, outros países, como os Estados Unidos, o Canadá e também o Brasil, contribuíram para solidificar os conceitos pioneiros e agregar novos conhecimentos e empregos do manejo florestal (SANQUETTA; MATTEI, 2006). Este é classicamente definido como a aplicação de métodos empresariais e princípios técnicos – como a silvicultura – na operação de uma propriedade florestal (SILVA, 1996). De maneira geral, concentra-se no conceito da utilização dos recursos florestais de forma sensata e sustentada, de modo que as gerações futuras possam usufruir dos mesmos benefícios que as gerações presentes (SCOLFORO, 1997).

No Código Florestal Brasileiro - Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), o manejo florestal recebe a seguinte definição:

“ ... a administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços. ”

Assim, em seu sentido mais amplo, esse pode ser definido como o conjunto de medidas tomadas em relação à floresta, principalmente de caráter silvicultural, visando otimizar a produção de determinados bens e/ou serviços de forma sustentável ao longo do tempo (ROSOT, 2007). São consideradas florestas manejadas adequadamente aquelas com importância para a conservação de biodiversidade, para as quais há prescrições de cortes, tratamentos silviculturais e proteção, com o objetivo de produção comercial e outros benefícios de forma sustentada (SILVA, 2006). O

manejo inclui uma exploração cuidadosa (de baixo impacto ambiental), a aplicação de tratamentos silviculturais à floresta, para regenerar e fazer crescer outra colheita, e o monitoramento, para ajudar o manejador na tomada de decisões técnicas e administrativas (SILVA, 1996).

Por fim, o manejo florestal sustentável (MFS) objetiva a conversão de uma floresta heterogênea, complexa e irregular, a uma mais homogênea, menos complexa – sem colocar em risco a biodiversidade – e que tenha uma quantidade maior de espécies comerciais desejáveis, por meio da **aplicação de sistemas silviculturais** (HIGUCHI, 1994). A garantia de que as ações de manejo possibilitem a melhoria da floresta em termos de estrutura, florística, manutenção da capacidade de reprodução e perpetuação das espécies, além de ordenar os recursos florestais (madeireiros e não madeireiros) de forma a atingir uma produção com rendimento sustentado, depende, fundamentalmente, da **adoção de métodos de ordenamento florestal** (ROSOT, 2007).

3.2.1 Silvicultura

Em síntese, pode-se planejar a atividade florestal, visando aumentar a qualidade do produto final e, se possível, sua quantidade, observando em todas as etapas a viabilidade econômica, social e ambiental do processo produtivo (SCOLFORO, 1997). Assim, para atingir tais objetivos faz-se o uso dos sistemas silviculturais – além dos métodos para medição e amostragem, do conhecimento da estrutura e dinâmica da floresta, dos sistemas de colheita florestal, dos métodos de análise de investimento e economia ambiental, dos sistemas de comercialização, dos métodos de classificação da produtividade da floresta e dos modelos de prognose da floresta, dentre outros (SCOLFORO, 1997).

Os sistemas silviculturais são um conjunto de intervenções do homem na floresta, por meio dos tratamentos silviculturais, tais como desbastes de árvores, a remoção e a substituição por novas culturas, de modo a aumentar sua produtividade (SCOLFORO, 1997). De forma geral, a silvicultura, a partir da definição de um conjunto de técnicas a serem adotadas na gestão da floresta, tem como finalidade dar subsídio aos objetivos do manejo, sejam com vistas à produção, ou não (GONÇALVES *et al.*, 2008).

Um sistema silvicultural é caracterizado pelo método de regeneração utilizado, e pelo arranjo no espaço da cultura em questão, de modo a facilitar sua proteção e colheita (SCOLFORO, 1997), consistindo em três fases principais: i) colheita ou exploração de um crescimento prévio; ii) regeneração ou recobrimento das áreas de colheita; e iii) favorecimento dessa regeneração. Assim sendo, de maneira geral, os sistemas silviculturais são distinguidos com base na intensidade, na natureza e na combinação das operações em cada uma dessas fases (SOUZA; JARDIM, 1993).

Pode-se definir os sistemas silviculturais para duas diferentes situações. A primeira é aquela em que a floresta é produtiva, de forma que, nesse caso, deve-se estimular a regeneração natural principalmente das espécies de interesse econômico, propiciando ainda, por meio de refinamentos e corte de liberação, seu maior desenvolvimento. Uma segunda situação é quando a área objeto do manejo não é produtiva, do ponto de vista econômico. Nesta situação, deverão ser utilizadas técnicas de enriquecimento e melhoramento, na tentativa de tornar a floresta produtiva, podendo, então, ser adotados sistemas de manejo como no primeiro caso (SCOLFORO, 1997).

A silvicultura clássica desenvolveu-se na Europa, tendo a floresta temperada como objeto (SILVA, 1996). Entretanto, na floresta temperada a diversidade de espécies arbóreas é mínima (SILVA, 1996), de forma que para uma mesma biomassa, ambientes tropicais podem suportar até dez vezes o número de espécies comparativamente a ambientes temperados (SCHLUTER; RICKLEFS, 1993¹ *apud* GORENSTEIN, 2009). Assim, os sistemas silviculturais utilizados para o manejo florestal sustentável nos países com florestas tropicais são, na realidade, adaptações destes modelos clássicos, desenvolvidos para as florestas temperadas (HIGUCHI, 1994).

No entanto, não existe nenhum sistema silvicultural que possa ser aplicado indistintamente a qualquer tipo de floresta nativa, pois cada floresta requer um sistema ou, no mínimo, diferentes parâmetros de um mesmo sistema a ela adequados (SOUZA; JARDIM, 1993). A escolha de um sistema ou outro, e a adaptação do sistema a um determinado local, depende muito da composição florística, da estrutura

¹ SCHLUTER, D.; RICKLEFS, R. E. Species diversity: an introduction to the problem. In: RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. (Ed.) **Species diversity in ecological communities**: historical and geographical perspectives. Chicago: The University of Chicago Press, 1993, p. 1-10.

e dinâmica da floresta a manejar, entre outros aspectos ecológicos das espécies escolhidas e do sítio (RIBEIRO *et al.*, 2002).

Os sistemas silviculturais podem ser divididos em monocíclicos e policíclicos (LAMPRECHT, 1990; SOUZA; JARDIM, 1993; SCOLFORO, 1997). Os sistemas monocíclicos são aqueles em que, em escala de compartimento, o ciclo do corte principal é igual à rotação (SOUZA; JARDIM, 1993); em tais sistemas todo o estoque de madeira comercializável existente na floresta é explorado em uma única operação silvicultural (SCOLFORO, 1997). Seu objetivo é a formação de florestas altas, equiâneas, destinadas a explorações e operações de regeneração, dentro de rotações previamente estabelecidas (SCOLFORO, 1997).

Por sua vez, no caso dos sistemas policíclicos as operações silviculturais são aplicadas apenas em uma fração da floresta (talhões), pré-determinada de acordo com o tamanho da área a ser manejada (SCOLFORO, 1997). O ciclo de corte principal é menor que a rotação, neste caso, pois a regeneração avançada é retida para produzir árvores comercializáveis em ciclos posteriores, sendo este sistema dependente das plântulas da regeneração para produzir uma colheita futura (SOUZA; JARDIM, 1993). Este tipo de sistema objetiva uma produção contínua de madeira de espécies comerciais, proporcionando um razoável equilíbrio ecológico e garantindo uma regeneração natural adequada, além de pouco alterar a composição florística e a estrutura original da floresta (SCOLFORO, 1997).

3.2.2 Ordenamento florestal e o método de ordenamento por talhões

O ordenamento florestal é um instrumento de planificação da gestão e uso sustentável dos espaços florestais, podendo ser definido como um sistema de organização da superfície florestal e, conseqüentemente, de sua regeneração, que tem como objetivo principal assegurar a perpetuidade da floresta (MOLINA *et al.*, 2006). É a organização temporal e espacial das intervenções silviculturais a serem aplicadas na floresta, objetivando o uso econômico de seus produtos de forma sustentável por meio do manejo florestal. A sustentabilidade e a multifuncionalidade têm sido, desde o início, inerentes ao ordenamento florestal; no entanto, tendo em vista o cenário ambiental atual, demanda-se uma especial sensibilidade quanto à conservação da biodiversidade e a integridade dos ecossistemas florestais no que diz respeito ao manejo florestal (GRAU; NICOLAU, 2007).

Os modelos de ordenamento florestal devem responder *onde, como, quanto* e *quando*, devem ser aplicados determinados tratamentos silviculturais em uma unidade de manejo florestal (BALDUCCI *et al.*, 2012). O método de ordenamento por talhões tem sua origem histórica nos trabalhos publicados por Friedrich Judeich entre 1871 e 1893, na Alemanha (MOLINA, 2003; MOLINA *et al.*, 2006; GRAU; NICOLAU, 2007), e, após uma evolução notável por meio de reformulações e adaptações (especialmente por Speidel, em 1893² *apud* MOLINA *et al.*, 2006), está sendo aplicado com êxito em toda a Europa Central, onde atualmente é usado amplamente.

O ordenamento florestal por talhões sempre engloba a propriedade florestal como um todo, considerando todas as áreas que participam do patrimônio produtivo, sem priorizar nenhuma classe de idade em particular ou áreas que apresentem uma condição privilegiada em termos de estoque ou espécies de maior valor econômico (ROTHERMEL, 2002; ROSOT, 2007). Como principais características deste método podem ser citadas (MOLINA, 2003):

- A limitação do planejamento a um período muito mais curto de tempo do que a idade de rotação (normalmente 10 a 20 anos);
- A definição de uma unidade mínima de divisão permanente do terreno, que pode estar subdividido em um ou mais talhões;
- O talhão é considerado como uma unidade temporal, e constitui a unidade básica de inventário, assim como a unidade silvicultural de corte e é definido em cada ordenamento em função do estado real da floresta, dos objetivos em nível de propriedade e das necessidades de gestão;
- O planejamento em longo prazo é constituído pelos sucessivos ordenamentos, reduzindo-se sua relevância à definição de um marco genérico de atuação que norteará coerentemente a gestão em longo prazo;
- O rendimento sustentado é assegurado em função do equilíbrio de classes de idade e do rendimento efetivo do período anterior;
- Um dos objetivos prioritários do plano geral é normalizar a evolução da floresta e a distribuição de idades em seu conjunto;
- O planejamento de curto prazo constitui o núcleo do ordenamento e sua flexibilidade reside na possibilidade de executá-lo de forma independente para

² SPEIDEL, H. Aus Theorie und praxis der Forstbetriebseinrichtung. **Allgemeine Forst und Jagdzeitschrift**, n. 69, p. 145-181, 1893.

cada talhão em função de suas necessidades e/ou potencialidades específicas.

A Floresta de Araucária, se manejada, por exemplo, com vistas à produção de madeira de alta qualidade e valor, de espécies tais como *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa*, *Cedrela fissilis*, *Cordia thricotoma*, entre outras, exigiria rotações longas e investimentos na regeneração natural. Um sistema desenvolvido a partir de experiências nas florestas alemãs nas décadas de 1970 e 1980 permite minimizar os custos relacionados à regeneração natural, produzindo madeira de alto valor somente à custa de métodos de corte, com base nos conceitos de “floresta permanente” ou “silvicultura natural” (ROSOT, 2007).

Em contrapartida, em florestas menos desenvolvidas exigem-se intervenções específicas devido à presença de múltiplas idades em um mesmo local e pela necessidade de se selecionar e favorecer os indivíduos mais promissores – “árvores futuro” – dentro de um conjunto natural bastante heterogêneo (ROSOT, 2007). Por outro lado, as rotações longas não demandam manejo intensivo, diminuindo custos de mão-de-obra, o que vem de encontro ao preconizado para a administração de um recurso de baixa produtividade como são as florestas naturais: a melhoria nos rendimentos é mais factível por meio da minimização de custos do que pelo aumento dos ingressos (ROTHERMEL, 2002).

O funcionamento natural de uma floresta (ou talhão) envolve uma série de etapas de desenvolvimento que constituem ciclos que se repetem ao longo do tempo. Em cada ciclo podem-se observar as seguintes fases: regeneração, crescimento ótimo, envelhecimento e senescência ou deterioração (ASSMANN, 1970). Para espécies como *A. angustifolia*, por exemplo, cuja longevidade média situa-se em torno dos 200 anos (REITZ; KLEIN, 1966), a fase de senescência é a mais frequente, e é o que confere o caráter de sobremaduro a muitos dos fragmentos observados hoje na Floresta Ombrófila Mista.

Em uma floresta submetida a manejo, no entanto, a fase de senescência se reduz ao período de regeneração e, em função das intervenções planejadas, é possível otimizar o momento do corte ou retirada dos indivíduos mais maduros, eliminando-se, assim, um período significativo da fase de envelhecimento. Dessa forma, a rotação estabelecida em um plano de ordenamento pode ter uma duração inferior a 50% do ciclo natural de vida da espécie, o que permite afirmar que a floresta

natural submetida a intervenções silviculturais é mais produtiva em termos econômicos tradicionais do que outra sem manejo (VITA, 1996).

Assim, o método de ordenamento por talhões fornece as diretrizes gerais e os princípios a serem aplicados dentro do manejo florestal. Para cada talhão, o plano de ordenamento definirá o método silvicultural mais adequado, levando em conta sua composição de espécies, sua estrutura e seu estágio de desenvolvimento, além dos objetivos do manejo (ROSOT, 2007).

4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia proposta envolveu três diferentes etapas principais: i) compilação e análise de informações disponíveis sobre a área de estudo; ii) divisão territorial; iii) descrição e definição de técnicas silviculturais gerais por unidade silvicultural (US).

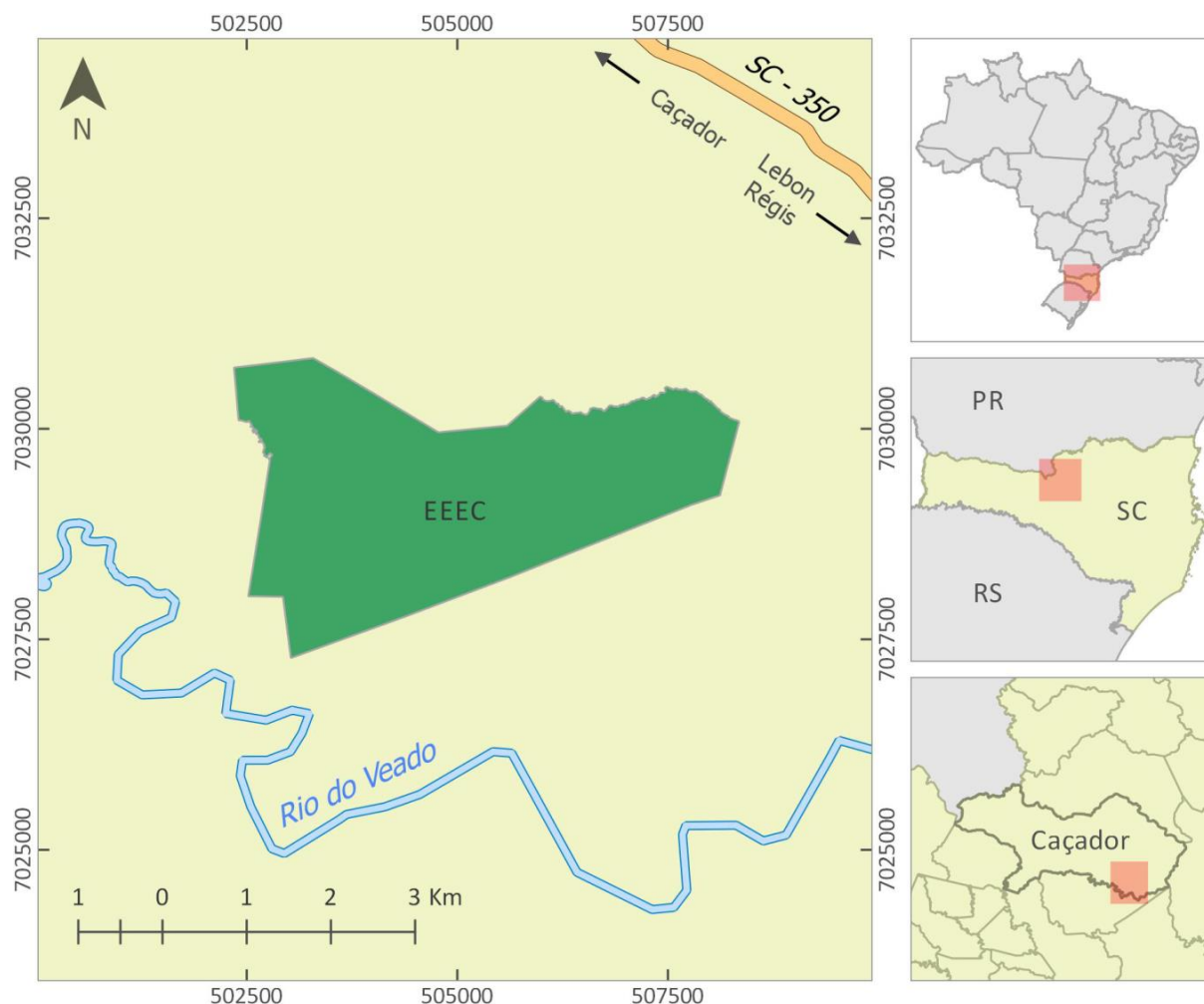
4.1 COMPILAÇÃO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS

A primeira fase na elaboração de um instrumento de planejamento florestal é busca e análise de informações sobre a área objeto de estudo, cujo principal objetivo é identificar aspectos relevantes para a sua gestão, permitindo detectar as potencialidades bem como possíveis restrições da floresta objeto do manejo (MOLINA *et al.*, 2011). Assim, a etapa inicial deste trabalho constituiu-se na compilação de informações já existentes sobre a área objeto de estudo, tais como: informações geológicas e edáficas, climáticas, hidrográficas e hidrológicas, bem como dados de estudos e inventários florísticos, além da compilação de recursos cartográficos – informações necessárias para a preparação e desenvolvimento das etapas posteriores, apresentadas na sequência:

4.1.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo é representada pela Estação Experimental da Embrapa em Caçador (EEEC), localizada na região centro-oeste do estado de Santa Catarina, entre as coordenadas geográficas 50°05' e 51°00' de Longitude Oeste de Greenwich e de 26°50' e 26°55' de Latitude Sul (FIGURA 1). Este imóvel compreende uma área de aproximadamente 1.197 hectares de cobertura florestal, em variadas condições de conservação, sendo um dos maiores e mais importantes remanescentes contínuos com vegetação característica da região fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista, tanto em termos de diversidade de espécies quanto em extensão (ROSOT *et al.*, 2008; ROSOT *et al.*, 2013).

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA EM CAÇADOR - SC (EEEC).



4.1.1.1 Informações geológicas e edáficas

Estudos geomorfológicos mostram que a região de Caçador (SC), onde se insere a área de estudo do presente trabalho, é contemplada por duas unidades geológicas: o Planalto Dissecado Iguaçu/Uruguai, com vales profundos e vertentes escalonadas em patamares, como no caso do Vale do Rio do Peixe, por exemplo; e o Planalto dos Campos Gerais, com relevo fragmentado em blocos – partes dos campos de Palmas e de São João de Cima (THOMÉ, 1995; ROSOT *et al.*, 2013).

A área de Estação Experimental é caracterizada por um relevo suave ondulado com altitude que varia de 920 a 1.060 metros s.n.m. A região está assentada sobre a formação geológica do grupo São Bento – sequência rochosa que pode ser enquadrada entre o jurássico e o cretáceo da Era Mesozóica. Dessa maneira, os solos

da EEEEC são desenvolvidos a partir da decomposição de rochas basálticas da formação Serra Geral, formada por litologia vulcânica, com a predominância de meláfíros que, quando preenchidos por calcita, apresentam solo rico e, quando por sílica, produzem solo pobre em fertilidade (EMBRAPA, 1994; KURASZ *et al.*, 2004; DLUGOSZ, 2005).

Em levantamento pedológico semidetalhado, realizado especificamente para esta área, no ano de 2003, foram mapeadas nove classes, inseridas dentro de quatro ordens de solo dentro do Sistema Brasileiro de Classificação: Cambissolos, Gleissolos, Nitossolos e Neossolos (KURASZ *et al.*, 2004). A classe predominante foi a do tipo “Associação de Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico, relevo ondulado + Neossolo Litólico Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado”, abrangendo uma área de 452,9 hectares, correspondente a quase 40% da área de estudo (KURASZ *et al.*, 2004).

A relação silte/argila é baixa em quase todos os solos da EEEEC, retratando um estágio avançado de intemperismo na área, onde a textura é essencialmente muito argilosa (> 60% argila) a argilosa (35 a 60% argila) (KURASZ *et al.*, 2004). Além disso, em todos os solos amostrados a acidez mostrou-se elevada (< 7) e a saturação por bases baixa (< 50%), em sua grande maioria, exceto para algumas classes que apresentam elevados teores de alumínio trocável e matéria orgânica, sendo estes: Associação de Gleissolo Melânico Tb Eutrófico; Nitossolo Bruno Distrófico típico epi Eutrófico, A moderado; e Nitossolo bruno Distrófico típico, A proeminente (KURASZ *et al.*, 2004).

4.1.1.2 Informações climáticas

No município de Caçador, o outono e o inverno são estações conhecidas como de tempo seco, enquanto que o verão e a primavera se caracterizam como épocas de chuva (LOMBARDI *et al.*, 2003; ROSOT *et al.*, 2013). Segundo a classificação de Köppen, é uma região de ocorrência de clima tipo Cfb, isto é, temperado úmido, sem estação seca, com verões frescos e apresentando invernos rigorosos com geadas severas num período médio de ocorrência de 10 a 25 dias anualmente (KÖPPEN, 1936; CALDATO *et al.*, 1999; DLUGOSZ, 2005).

O Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina (CLIMERH) possui uma estação meteorológica localizada dentro da área da Estação

Experimental da Embrapa. Esta registra diariamente, desde 1942, as informações climáticas da região (DLUGOSZ, 2005). A temperatura média anual do município varia de 14 a 16 °C (FIORENTIN *et al.*, 2015), com maiores registros em janeiro e fevereiro e temperaturas mínimas nos meses de junho e julho (ALVARES *et al.*, 2013). Predominam os ventos de direção Norte, secundados pelos de direção Nordeste (THOMÉ, 1995).

A precipitação média mensal ocorre em cerca de 11 dias chuvosos, perfazendo 137 dias de chuva ao ano (ROSOT *et al.*, 2013). Entre junho e setembro, essa média é de 9,3 dias com ocorrência de chuva; de dezembro a fevereiro é de 14,5 dias, segundo os mesmos autores. Assim, a precipitação total anual varia de 1.300 a 2.000 mm (FIORENTIN *et al.*, 2015), registrando-se as precipitações mais volumosas no mês de fevereiro, com 174,8 mm em média (ROSOT *et al.*, 2013).

Segundo informações da estação meteorológica baseada no município, a média anual da umidade relativa do ar é de cerca de 78% (LOMBARDI *et al.*, 2003; FIORENTIN *et al.*, 2015), a insolação média anual é de 2.012,3 horas e em média ocorrem 26,2 geadas por ano, com maior intensidade entre os meses de maio a setembro (LOMBARDI *et al.*, 2003).

4.1.1.3 Informações hidrográficas e hidrológicas

A região na qual está inserida a área de estudo pertence à bacia hidrográfica do Rio Uruguai, que se estende pela parte meridional do município, sub-bacia do Rio do Peixe, estando posicionada à esquerda de sua margem, entre os afluentes do Rio Castelhano (ao Norte) e Rio do Veado (ao Sul) (LOMBARDI *et al.*, 2003; DLUGOSZ, 2005).

No sentido norte-sul, o município de Caçador é cortado pelo Rio do Peixe, que constitui sua maior rede hidrográfica, destacando-se os tributários rios Castelhano, Caçador, XV de Novembro e Veado; a região noroeste de Caçador pertence à bacia do Rio Jangada (LOMBARDI *et al.*, 2003).

Uma parte do limite nordeste da Estação Experimental se dá pelo Arroio Paçoca, afluente do Ribeirão do Índio e do Rio Castelhano. Junto ao limite leste da reserva encontra-se a nascente do Ribeirão Cará, que percorre todo o interior da reserva, saindo a oeste e indo desaguar logo adiante diretamente no Rio do Peixe (DLUGOSZ, 2005).

4.1.1.4 Estudos e inventários florísticos

A Estação Experimental da Embrapa em Caçador possui cerca de 94% de sua superfície coberta pela tipologia “Floresta Ombrófila Mista Montana”, onde se destacam algumas espécies, estas presentes na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção (IBAMA, 1992), e objeto de proibição de corte pela Resolução do CONAMA 278, de 24 de maio de 2001 (CONAMA, 2001), tais como *Araucaria angustifolia* (pinheiro do Paraná), *Ocotea porosa* (imbuia) e *Ocotea catharinensis* (canela preta) (ROSOT *et al.*, 2008; RIVERA *et al.*, 2009; ROSOT *et al.*, 2013).

Rivera (2007, 2009) identificou para esta área de estudo cerca de 72 espécies, distribuídas dentro de 54 gêneros e 33 famílias botânicas. As famílias Myrtaceae, Lauraceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Asteraceae, Aquifoliaceae e Sapindaceae são as que apresentaram maior riqueza de espécies, representando juntas mais de 50% do número total de espécies encontradas.

Em inventário florestal realizado no ano de 2006 (RIVERA, 2007), a densidade média foi de 484 árvores.ha⁻¹ e os valores médios de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total foram de 23,9 cm e 11,7 m, respectivamente. A área basal média estimada foi de 31,4 m².ha⁻¹. As cinco principais espécies da EEEEC, segundo o índice de valor de importância ampliado (IVIA), foram: *Cupania vernalis* (covatã), *Araucaria angustifolia* (pinheiro), *Ocotea porosa* (imbuia), *Capsicodendron dinisii* (pimenteira) e *Prunus brasiliensis* (pessegueiro bravo).

Ainda, foi observado que o padrão florístico que caracteriza as áreas de ocorrência da FOM também é seguido na EEEEC e, segundo o índice de diversidade de Shannon para espécies (3,586) e para famílias (2,827), sua diversidade pode ser considerada alta, afirma Rivera (2007).

Nas áreas com “predominância” da espécie *A. angustifolia* foi realizado um inventário florestal contínuo no período de 2004 a 2013. Desta maneira, essas medições anuais permitiram a avaliação da dinâmica e do crescimento florestal nesta subtipologia (ROSOT *et al.*, 2007), para o período analisado. Para tais áreas Lingner *et al.* (2007) verificaram a presença de 41 espécies, distribuídas em 32 gêneros e 24 famílias botânicas. No entanto, os autores afirmam que são poucas as espécies que, de fato, contribuem na composição da fisionomia da floresta. Assim, de acordo com o valor de importância ampliado (VIA), as espécies mais importantes foram: *Araucaria*

angustifolia, *Ocotea porosa*, *Cupania vernalis*, *Capsicodendron dinisii* e *Matayba elaeagnoides* (LINGNER *et al.*, 2007).

O valor médio de DAP observado para esta área em 2007 foi de 46,45 cm, com incremento médio de 0,535 cm no período de três anos, correspondendo a um IPA de 0,186 cm.ano⁻¹. As espécies que obtiveram os maiores valores de incremento periódico anual (IPA) médio foram *Cedrela fissilis* (0,498 cm.ano⁻¹), *Sebastiania commersoniana* (0,407 cm.ano⁻¹), *Sloanea monosperma* (0,375 cm.ano⁻¹), *Luehea divaricata* (0,294 cm.ano⁻¹), *Styrax leprosus* (0,281 cm.ano⁻¹) e *Ocotea porosa* (0,266 cm.ano⁻¹) (LINGNER *et al.*, 2007).

Na análise da estratificação vertical, realizada por Lingner *et al.* (2007), apenas seis espécies apresentaram indivíduos em todos os estratos da floresta, uma condição favorável à manutenção desta área, segundo os autores. No entanto, o mesmo não foi observado no caso de *A. angustifolia*, que não apresentou indivíduos no estrato inferior, o que indica que seus níveis de regeneração estão sendo comprometidos devido ao avanço das folhosas, fator de ocorrência comum em florestas em estágio avançado (LINGNER *et al.*, 2007).

Sendo assim, as informações dendrométricas disponíveis para apoiar a realização deste trabalho são oriundas destas duas fontes de dados distintas: 10 parcelas permanentes e 72 parcelas temporárias.

As parcelas permanentes foram instaladas na área de estudo no ano de 2003, nos estratos caracterizados pela predominância da espécie *A. angustifolia*, e medidas anualmente – sempre entre os meses de fevereiro e março, no período de 2004 a 2013. Cada parcela contemplava uma área de 2.500 m² (25 x 100 m), resultando em uma área total amostrada de 2,5 hectares. Desta forma, durante o período de acompanhamento foram coletados dados referentes a todos os indivíduos arbóreos presentes nas parcelas, cujo DAP fosse maior ou igual a 20 cm.

Por sua vez, as parcelas temporárias foram instaladas e medidas no ano de 2006, utilizando-se o método de parcelas múltiplas, sendo estabelecidas 62 parcelas de 500 m² cada e 10 parcelas de 250 m², totalizando 3,35 hectares de área amostrada, contemplando todas as formações florestais presentes na área de estudo. Neste caso, foram consideradas todas as árvores com DAP acima de 10 cm.

Em ambos os inventários os indivíduos amostrados foram identificados em nível de espécie, coletando-se a partir destes o CAP por meio de trena de aço, a partir do qual foi determinado o DAP, em centímetros, bem como a altura – comercial, no

caso das parcelas permanentes e somente para o primeiro ano, e altura total para os indivíduos amostrados nas parcelas temporárias inventariadas em 2006.

4.1.2 Base cartográfica e material de apoio

Parte do processo de busca e análise de informações sobre a área objeto de estudo é também a compilação de recursos cartográficos do espaço florestal a ser ordenado, para a preparação da cartografia de trabalho e sua posterior edição na cartografia final do documento de planejamento. Enquadram-se como materiais importantes nesta etapa os ortofotomapas, curvas de nível, cursos d'água, afluentes, lagos, estradas, construções, cultivos; ou qualquer outro tipo de cartografia temática em uma escala adequada, que permita localizar áreas condicionantes ou oportunidades para a gestão florestal (MOLINA *et al.*, 2006; 2011).

A área de estudo possui base cartográfica confeccionada a partir da digitalização manual de uma carta topográfica do município de Caçador, elaborada pela Diretoria de Serviços Geográficos (DSG) – folha SG-22-Z-A-IV-3, em escala 1:50.000; as informações obtidas de tal carta topográfica corresponderam à vetorização da hidrografia da área de estudo, rede viária, pontos cotados e curvas de nível. Os pontos cotados e curvas de nível foram utilizados para gerar o Modelo Digital de Elevação (MDE) do terreno, bem como camadas de altimetria, declividade e exposição, derivadas deste MDE (KURASZ, 2005; DLUGOSZ, 2005; ROSOT *et al.*, 2006; LUZ, 2009).

Neste estudo, foram utilizados, além da base cartográfica previamente citada, uma imagem de alta definição proveniente do satélite *WorldView-2*, bem como os seguintes mapas temáticos gerados em projetos anteriores, que fazem parte do Sistema de Informações Geográficas (SIG) da Estação Experimental da Embrapa: um mapa temático de uso e cobertura do solo, desenvolvido por meio da interpretação visual de uma imagem IKONOS II, de fevereiro de 2004, em composição colorida R4G3B2 e parâmetros como cor, tonalidade e textura para a definição das classes tipológicas de vegetação (DLUGOSZ, 2005); um mapa temático de uso e cobertura do solo desenvolvido por meio do classificador *Battacharya*, utilizando uma imagem ALOS, de setembro de 2006, na composição colorida falsa cor R4G3B2 (LUZ, 2009); um mapa temático dos grupos florísticos, espacializados mediante interpolação *spline* (RIVERA, 2007); bem como um mapa de solos (KURASZ, 2005).

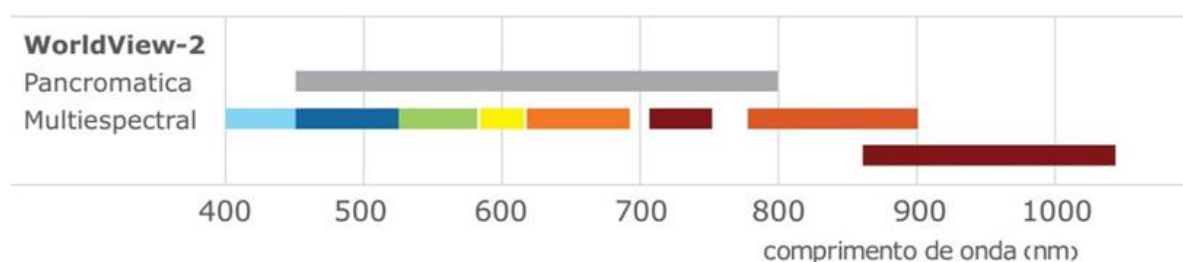
4.1.2.1 Imagem de satélite

Para elaboração do presente trabalho foram empregadas duas imagens do sensor *WorldView-2*, sendo uma pancromática, com resolução espacial de 0,50 metro e uma multiespectral, com resolução espacial de 2,0 metros, composta por oito bandas espectrais; ambas ortorretificadas, obedecendo ao Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) dentro da classe A. As imagens foram obtidas no dia 22 de julho de 2014, com resolução radiométrica de 11 bits/pixel e ângulo máximo de coleta de 30° off-nadir.

4.1.2.1.1 Descrição do sensor *WorldView-2*

O sensor orbital *WorldView-2* é o primeiro satélite comercial de alta resolução com 8 bandas multiespectrais (FIGURA 2), desenvolvido e monitorado pela empresa DigitalGlobe. Foi lançado em outubro de 2009 e opera a uma altitude de 770 Km, oferecendo 46 cm de resolução espacial na banda pancromática e 1,85 metros nas multiespectrais, além de uma resolução radiométrica de 11 bits (DIGITALGLOBE, 2013).

FIGURA 2 – BANDAS ESPECTRAIS DO SENSOR *WORLDVIEW-2*.



FONTE: DIGITALGLOBE (2010).

O referido sistema de imageamento orbital possui uma banda pancromática e oito bandas multiespectrais, fato este que pode auxiliar na identificação de alvos e feições, possibilitando inúmeras análises, uma vez que além das quatro bandas disponíveis tradicionalmente em sensores de alta resolução espacial – como o vermelho, verde, azul e infravermelho próximo – o satélite possui quatro bandas adicionais – azul costeiro (*coastal*), aplicável a trabalhos oceanográficos; amarelo, indicado para distintas classificações; vermelho limítrofe e infravermelho próximo 2,

voltadas para análises e classificações da vegetação e estudos de biomassa (DIGITALGLOBE, 2010). Mais informações técnicas deste sensor podem ser observadas no QUADRO 1, na sequência:

QUADRO 1 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO SISTEMA DE IMAGEAMENTO ORBITAL *WORLDVIEW-2*.

Altitude	770Km
Sentido da órbita	Descendente
Duração da órbita	100 minutos
Tipo de órbita	Heliossíncrona
Resolução espacial	Pancromática: 50 centímetros Multiespectral: 2 metros
Bandas espectrais	Pancromática: 450 – 800 nm Azul Costeiro: 400 – 450 nm Azul: 450 – 510 nm Verde: 510 – 580 nm Amarelo: 585 – 625 nm Vermelho: 630 – 690 nm Vermelho Limítrofe: 705 – 745 nm Infravermelho Próximo 1: 770 – 895 nm Infravermelho Próximo 2: 860 – 1040 nm
Resolução radiométrica	11 bits por pixel
Comprimento da faixa	16,4 km no Nadir
Ângulo máximo de visada	+/- 45° off Nadir (1.036 km)
Capacidade de coleta	975 mil km ² por dia
Resolução temporal	1,1 dias 30° off Nadir
Revisita	3,7 dias 20° off Nadir

FONTE: Adaptado de ENGESAT (2014).

4.2 DIVISÃO TERRITORIAL

4.2.1 Mapeamento e definição de zonas com restrição de uso

A primeira etapa no processo de divisão territorial da área de estudo foi o mapeamento e a definição de áreas com características restritivas a aplicação do manejo florestal, sendo estas denominadas de zonas com restrições legais de uso ou zonas com restrições operacionais de uso, descritas na sequência:

4.2.1.1 Zonas com restrições legais de uso

A área da Estação Experimental da Embrapa deve cumprir a Legislação Ambiental vigente a respeito das Áreas de Preservação Permanente (APP) bem como

Reserva Legal (RL), de acordo com o disposto pela Lei 12.651, de maio de 2012 (BRASIL, 2012). Esta lei estabelece critérios para a caracterização de uma APP – faixas marginais ao longo de cursos d'água, no entorno de nascentes, lagos e lagoas, encostas com declividade superior a 45°, topos de morro, entre outros, e determina uma distância mínima de faixa de proteção para cada caso. A legislação vigente afirma que a vegetação nativa situada nessas faixas deverá ser mantida, sendo permitida intervenção ou supressão destas áreas somente nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social, ou de baixo impacto ambiental, previstas nessa mesma Lei (BRASIL, 2012).

As APPs são áreas cuja função ambiental é preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora e a proteção do solo (BRASIL, 2012). Desta forma, tais áreas caracterizam espaços com uso restrito, devendo receber tratamento diferenciado no plano de manejo e ordenamento da propriedade, representando talhões especiais. Assim, o processo de determinação das APPs ocorreu a partir da geração de *buffers*, por meio do *software* QuantumGIS 2.6, ao longo dos cursos d'água e ao redor de nascentes, várzeas e demais corpos d'água identificados no mapeamento, respeitando os critérios definidos no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

Por sua vez, a Reserva Legal representa uma área localizada no interior da propriedade, cuja função é assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais, sendo exigido, por força da Lei, que todo imóvel mantenha uma área com 20% de cobertura nativa para tal finalidade (exceto para áreas na Amazônia Legal, onde os percentuais são maiores) – sem prejuízo da aplicação das normas sobre as APPs (BRASIL, 2012). Tendo em vista que nas áreas de RL são admitidas práticas de exploração econômica mediante o manejo florestal sustentável, estas não representam uma restrição para as atividades a serem propostas neste trabalho.

4.2.1.2 Zonas com restrições operacionais de uso

Desde o ano de 2002, a equipe do Laboratório de Monitoramento Ambiental desenvolve na Estação Experimental da Embrapa, em Caçador (SC), pesquisas ligadas à área de silvicultura e manejo para a conservação e uso sustentável da Floresta com Araucária (EMBRAPA, 2014). Tanto na Estação Experimental, como no seu entorno, estão sendo conduzidas atividades envolvendo sistemas de produção

com a araucária e outras espécies da Floresta Ombrófila Mista, manejo de florestas nativas e monitoramento. Dessa maneira, tais áreas foram mapeadas, descritas, e definidas como sendo zonas com limitações em nível operacional, onde nenhuma atividade, que não seja a própria pesquisa em andamento, deve ser exercida.

4.2.2 Mapeamento e definição das zonas passíveis de manejo

Após a caracterização e mapeamento das zonas com uso restrito partiu-se para a definição de classes homogêneas da vegetação dentro das áreas apropriadas a aplicação do manejo florestal, conforme descrito nos itens seguintes:

4.2.2.1 Definição de classes homogêneas do meio físico

A definição das classes homogêneas do meio físico, aqui também tratadas como **subtipologias** da Floresta Ombrófila Mista, foi realizada por meio da interpretação visual da imagem *WorldView-2*. No entanto, antecedendo este processo, alguns testes foram realizados para definir a melhor composição colorida a ser utilizada. Considerando-se apenas aspectos visuais, foram escolhidas duas composições coloridas para trabalho, R8G6B3 (FIGURA 3 A) e R7G5B3 (FIGURA 3 B), devido à maior clareza de informações que tais composições proporcionaram para o reconhecimento, identificação e associação das respostas espectrais registradas pelo sensor às respectivas subtipologias florestais presentes na área de estudo.

Outro método utilizado com a finalidade de facilitar a identificação dos alvos imageados foi a realização de uma fusão entre a imagem pancromática (0,5 m) e a multiespectral (2 m), gerando uma imagem sintética multiespectral com alta resolução espacial (0,5 m) (FIGURA 4). Para tanto, a fusão foi realizada por meio do *software* ENVI 4.8, com aplicação do método *PC Spectral Sharpening*, que consiste em aprimorar os dados por meio de componentes principais (AGUIAR; BATISTELLA, 2013).

A partir das imagens fusionadas, utilizaram-se as composições coloridas anteriormente citadas, para o mapeamento das classes de uso e cobertura da terra na área de estudo. Esta etapa do trabalho foi realizada no *software* livre QGIS 2.6, por meio da digitalização das feições poligonais de forma manual, via tela do monitor.

FIGURA 3 – ASPECTO DAS COMPOSIÇÕES COLORIDAS SELECIONADAS PARA O MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO, UTILIZANDO AS BANDAS DO SENSOR *WORLDVIEW-2*: R8G6B3 (A); R7G5B3 (B).

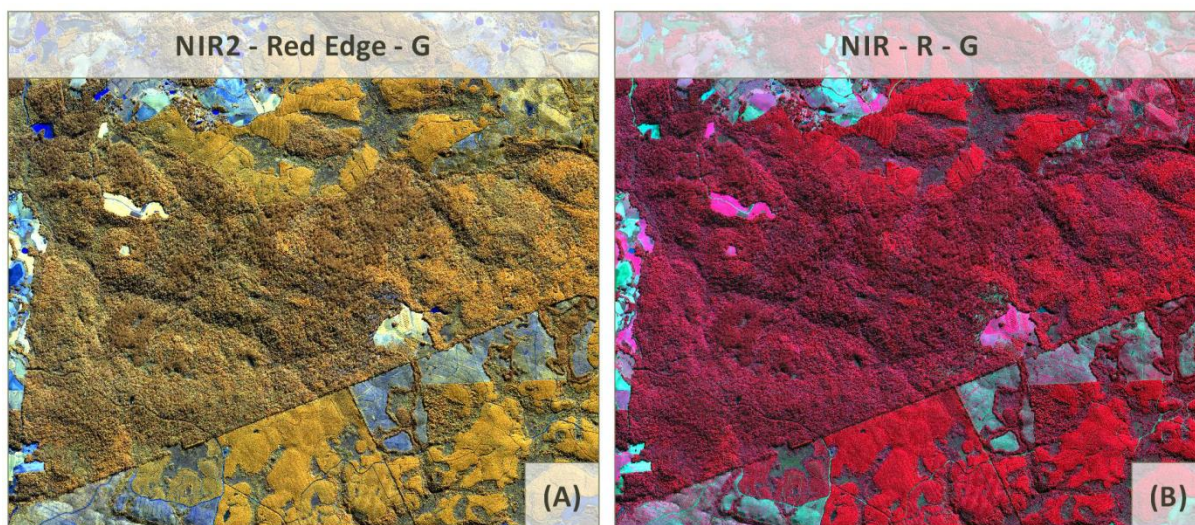
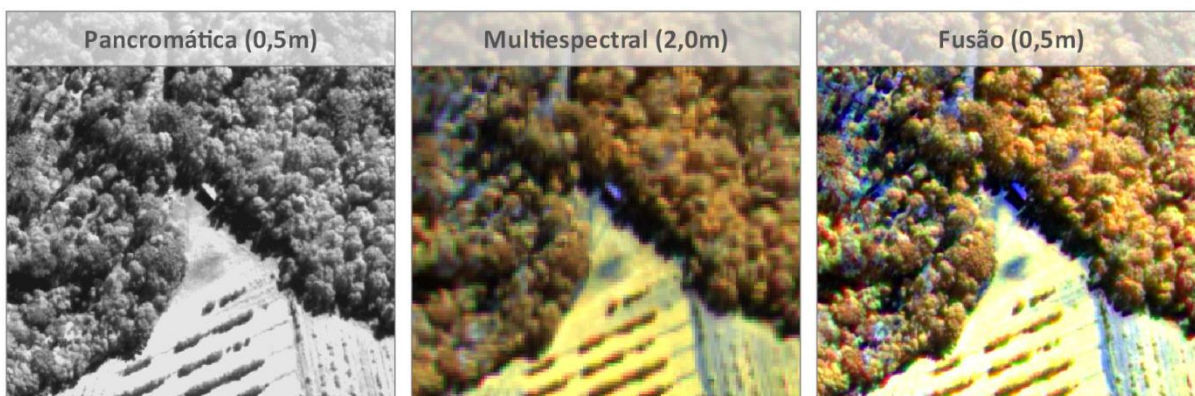


FIGURA 4 – ASPECTO DAS IMAGENS PANCROMÁTICA, MULTIESPECTRAL E SUA RESPECTIVA FUSÃO, PARA A ÁREA DE ESTUDO.



Estruturou-se o mapeamento da área em dois níveis hierárquicos: o primeiro, referente aos estágios sucessionais da vegetação – vegetação secundária em estágio inicial, médio ou avançado de regeneração – e, o segundo, quanto às diferentes subtipologias presentes na área, uma vez que se entende que composições específicas de espécies distintas requerem diferentes abordagens na sua análise (KELLERMANN, 2011).

A Resolução do CONAMA, nº 10 de 1993, publicada com o objetivo de estabelecer parâmetros básicos para a análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica, definiu como vegetação primária aquela de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, cujos efeitos das ações antrópicas são mínimos, de forma que não afetam significativamente suas características originais de estrutura e

de espécies. A vegetação secundária, ou em regeneração, por sua vez, foi definida como a vegetação resultante dos processos naturais de sucessão, após a supressão total ou parcial da vegetação primária, por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária (CONAMA, 1993).

Desta maneira, a definição das classes de mapeamento da vegetação tomou por base a presença de espécies características de cada estágio sucessional, com fisionomia arbórea, que formam o dossel da floresta, subdividindo-se a área de estudo de acordo com parâmetros texturais, espectrais e de composição florística identificados em imagem satelitária e em campo – tendo como apoio as parcelas do inventário realizado no ano de 2006 (RIVERA, 2007), bem como as parcelas permanentes presentes na área de estudo com informações do período de 2004 a 2013 (BECKERT, 2015).

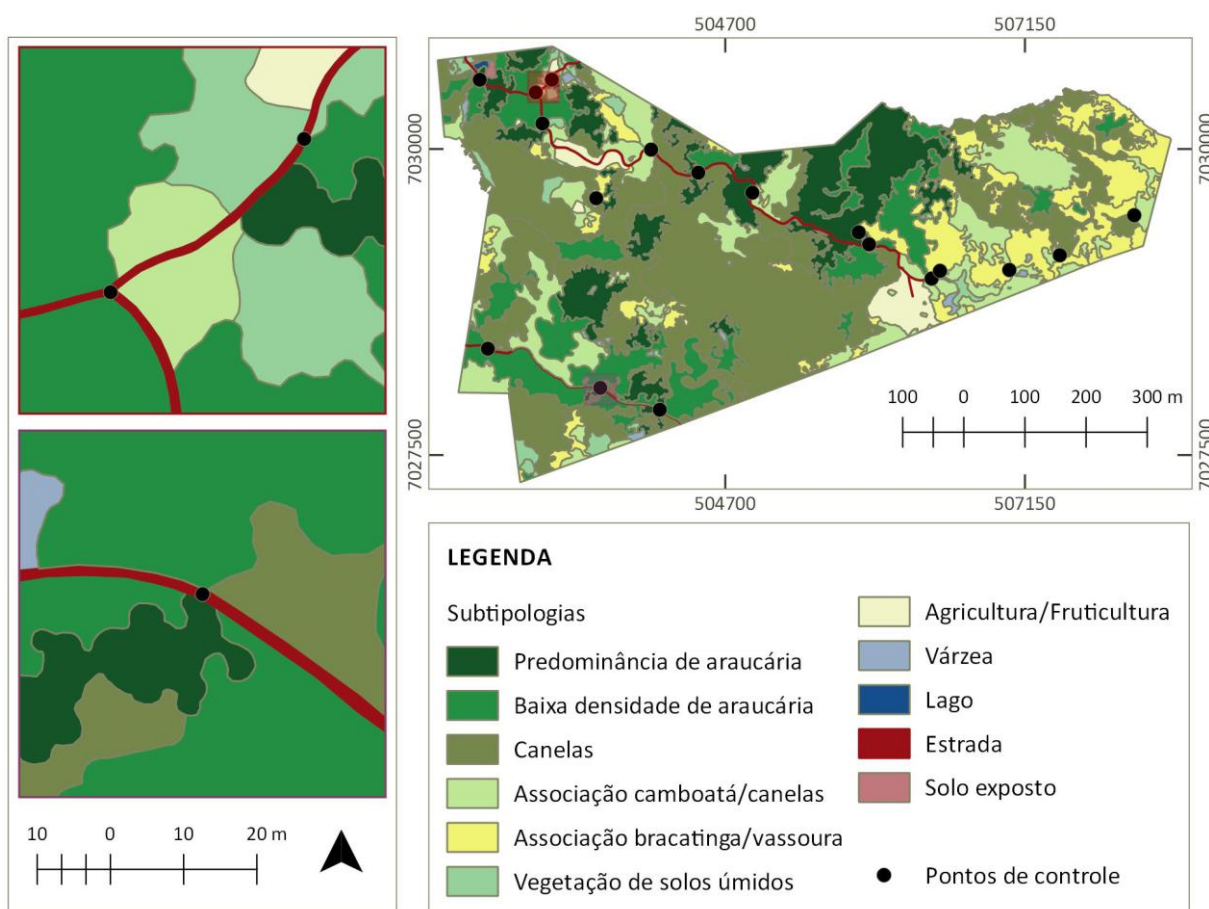
4.2.2.1.1 Identificação e verificação das subtipologias em campo

Visando a verificação e eventual correção de polígonos cujo uso e cobertura constituíam dúvida foi realizada uma visita específica à área de estudo. Previamente à visita, 18 pontos de fácil localização e acesso foram selecionados para identificação das características da vegetação em campo e análise da respectiva resposta espectral visualizada na imagem *WorldView-2*.

Os pontos foram inseridos em áreas próximas às estradas onde o encontro de duas ou mais subtipologias foi mapeado (FIGURA 5), visando identificar se a diferenciação observada na imagem também era visível em campo, dentro da floresta. Sendo assim, para evitar o efeito de borda causado pela estrada, em cada ponto visitado adentrou-se nas diferentes subtipologias marcadas no mapa, identificando-se a ocorrência de diferenças estruturais entre elas, bem como a sua composição de espécies, e as características do sub-bosque presente em cada área, considerando-se não ser possível a sua identificação a partir do sensoriamento remoto.

Além da visita dos pontos demarcados, o trabalho em campo também envolveu o mapeamento das estradas que ainda não constavam na base cartográfica da área de estudo. Neste levantamento foi utilizado o GPSmap 76CSx, Garmin, percorrendo-se duas vezes as estradas a serem mapeadas, mensurando-se aproximadamente 8 Km de estradas, que foram adicionadas à base já existente composta por cerca de 16 Km descritas como principais e secundárias.

FIGURA 5 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE UTILIZADOS PARA CONFERÊNCIA DO MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS SUBTIPOLOGIAS IDENTIFICADAS NA ÁREA, COM DETALHE EM TRÊS DIFERENTES PONTOS.



Durante este trabalho de campo – caracterização das subtipologias e mapeamento da rede viária – também foram coletados outros 49 pontos de controle para melhoria e correção do mapeamento, bem como para o entendimento da formação das subtipologias dentro da Estação Experimental da Embrapa. Dentre essas estão áreas de várzea, rios e nascentes, que confirmam o observado na imagem *WorldView-2* e a base cartográfica utilizada, bem como áreas com a presença de espécies características no sub-bosque, como xaxins, taquaras ou outras formações.

4.2.2.2 Definição de Unidades Silviculturais (US)

Unidades Silviculturais (US) são superfícies da floresta onde se aplicam as mesmas ações silviculturais (COCHMANSKI, 2015). Assim, subtipologias com padrão estrutural e características próximas e que, portanto, podem receber as mesmas

prescrições silviculturais de caráter geral, foram agrupadas em quatro US diferentes, descritas na sequência:

- I. **FA (floresta com presença de araucária):** esta unidade silvicultural corresponde a todos os lugares cujo dossel é caracterizado pela presença espécie *Araucaria angustifolia*, independentemente de sua condição estrutural, composição e funcionamento atual. Embora esta US tenha como característica principal uma espécie dominante, duas situações distintas, quanto à densidade do dossel, podem ser observadas em sua formação: em um primeiro caso, a densidade de indivíduos é maior, com inúmeros exemplares senis da espécie, sendo este tipo de cobertura pertencente à subtipologia denominada “Predominância de araucária”. Em uma segunda situação, observa-se um dossel mais aberto e, portanto, menor densidade desta espécie, o que a faz enquadrar-se na subtipologia “Baixa densidade de araucária”.
- II. **FE (floresta estruturada):** corresponde às florestas com características de secundárias, mas que já possuem estrutura vertical diversificada, mais ou menos desenvolvida, e riqueza de espécies arbóreas. Nessa US evidencia-se, nos estratos superiores, uma importante presença de espécies mais intolerantes e escassa presença de outras (de maior valor comercial) tolerantes. Esta é composta pelas áreas com dominância das subtipologias “Canelas” (estágio avançado de regeneração natural) e “Associação camboatá/canelas” (estágio médio), que, apesar de estarem classificadas como pertencentes a estágios de desenvolvimento distintos, apresentam estrutura semelhante.
- III. **FD (floresta degradada):** US onde há dominância da subtipologia denominada “Associação bracatinga/vassourão”, e corresponde às áreas da Estação Experimental que sofreram impactos mais intensos no passado, seja por exploração madeireira ou por incêndios florestais. Sua estrutura encontra-se significativamente alterada, com sub-bosque dominado por espécies agressivas, como a taquara-lixá (*Merostachys skvortzovii*) e indivíduos do gênero *Chusquea* spp., que impedem o desenvolvimento da regeneração natural na área.

IV. SU (vegetação de solos úmidos): vegetação de pequeno porte, na maioria das vezes arbustiva, com características próprias de vegetação que se desenvolve em solos com umidade elevada.

Assim, tendo como base as unidades silviculturais acima descritas, para cada talhão, o plano de ordenamento definirá o método silvicultural mais adequado, levando em conta sua composição de espécies, sua estrutura e seu estágio de desenvolvimento, com base nos objetivos do manejo (ROSOT, 2007).

4.2.2.3 Talhonamento

No método de ordenamento florestal por talhões a superfície florestal a ser ordenada é dividida em unidades territoriais progressivamente menores, os *cuarteles*, *cantones* e *rodas*, como exposto por Molina *et al.* (2006, 2011). Adaptando-se esse método para a realidade das florestas e/ou propriedades da região sul do Brasil tem-se as unidades de divisão territorial propostas conforme demonstrado na sequência (QUADRO 2):

QUADRO 2 – UNIDADES DE DIVISÃO TERRITORIAL ADOTADAS NO MÉTODO DE ORDENAMENTO POR TALHÕES.

TIPO DE DIVISÃO	UNIDADE	
Permanente	Propriedade	Grandes unidades de área, correspondendo à propriedade (500 a 1.000 ha). Subdividem-se em <i>Subtipologias florestais</i> .
	Subtipologia florestal	Unidade territorial homogênea em termos de composição de espécies, estágios sucessionais, características ecológicas e silvicultura a aplicar, com limites facilmente identificáveis e distinguíveis em relação a outras subtipologias. Área variável. Pode estar subdividida em <i>talhões</i> .
Temporária	Talhão	Unidades territoriais temporárias, definidas em cada ordenamento segundo as características da floresta ou outras variáveis (rios, estradas, zonas com restrições de uso). Sua forma e extensão podem variar de ordenamento a ordenamento segundo a evolução da floresta. Têm sua origem nas subtipologias e nos limites físicos como rios e estradas da propriedade.

FONTE: Adaptado de MOLINA *et al.* (2011).

Assim, para a Estação Experimental da Embrapa, em Caçador, a primeira unidade de divisão territorial permanente é representada por toda a área abrangida pela propriedade (equivalendo ao termo *cuartel*, empregado no original espanhol). A segunda unidade de divisão territorial permanente corresponde às unidades

homogêneas de mapeamento (*cantones*), aqui descritas e identificadas como **subtipologias** da Floresta Ombrófila Mista.

Por fim, a última unidade de divisão territorial, os talhões (*rodales*), originaram-se a partir do cruzamento dos polígonos que representam as subtipologias com as redes hidrográfica e viária da propriedade, incluindo-se neste processo as zonas com restrições de uso legal e operacional (FIGURA 6), uma vez que estas últimas irão representar talhões especiais, para as quais tratamentos silviculturais diferenciados daqueles indicados as US serão propostos, devido à particularidade destas zonas.

Dessa forma, os talhões propriamente ditos representam a divisão administrativa da floresta, porém, têm sua origem nas subtipologias florestais, bem como nas zonas de uso restrito. Minimamente, existirão tantos talhões quantas forem as subtipologias. No entanto, descontinuidades físicas, como rios e estradas, determinam a divisão das subtipologias, gerando dois ou mais talhões.

4.2.2.4 Agregação de talhões para fins operacionais

Considerando que do cruzamento de camadas (subtipologias, hidrografia, estradas e zonas com restrições de uso) para a geração dos talhões resultaram alguns polígonos com áreas muito pequenas – de um total de 530 feições, geradas para a representação dos talhões, mais de 65% (348 polígonos) apresentaram áreas menores do que 1 hectare – foi necessária a agregação destes polígonos aos talhões adjacentes com áreas mais representativas, como demonstrado na FIGURA 7, visando a obtenção de talhões com área de no mínimo 1 hectare, para fins operacionais.

No processo de agregação dos polígonos aos talhões adjacentes considerou-se, quando possível, o estágio de desenvolvimento da vegetação – agregando-se somente polígonos cuja vegetação foi classificada dentro do mesmo estágio de desenvolvimento (inicial, médio e avançado), ou com apenas um nível de diferença – não agregando subtipologias muito distintas dentro do mesmo talhão, mas somente aquelas que pudessem receber os mesmos tratamentos silviculturais. Considerou-se também a subtipologia propriamente dita, especialmente no caso das formações que apresentavam a espécie *A. angustifolia*, agregando-se polígonos com “Predominância de araucária” somente a polígonos com “Baixa densidade de araucária”, exceto em casos onde isso não era possível.

FIGURA 6 – ESQUEMA DEMONSTRATIVO DO PROCESSO DE ORDENAMENTO APLICADO À ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA, EM CAÇADOR – SC, A PARTIR DO CRUZAMENTO DE DIFERENTES CAMADAS EM AMBIENTE SIG.

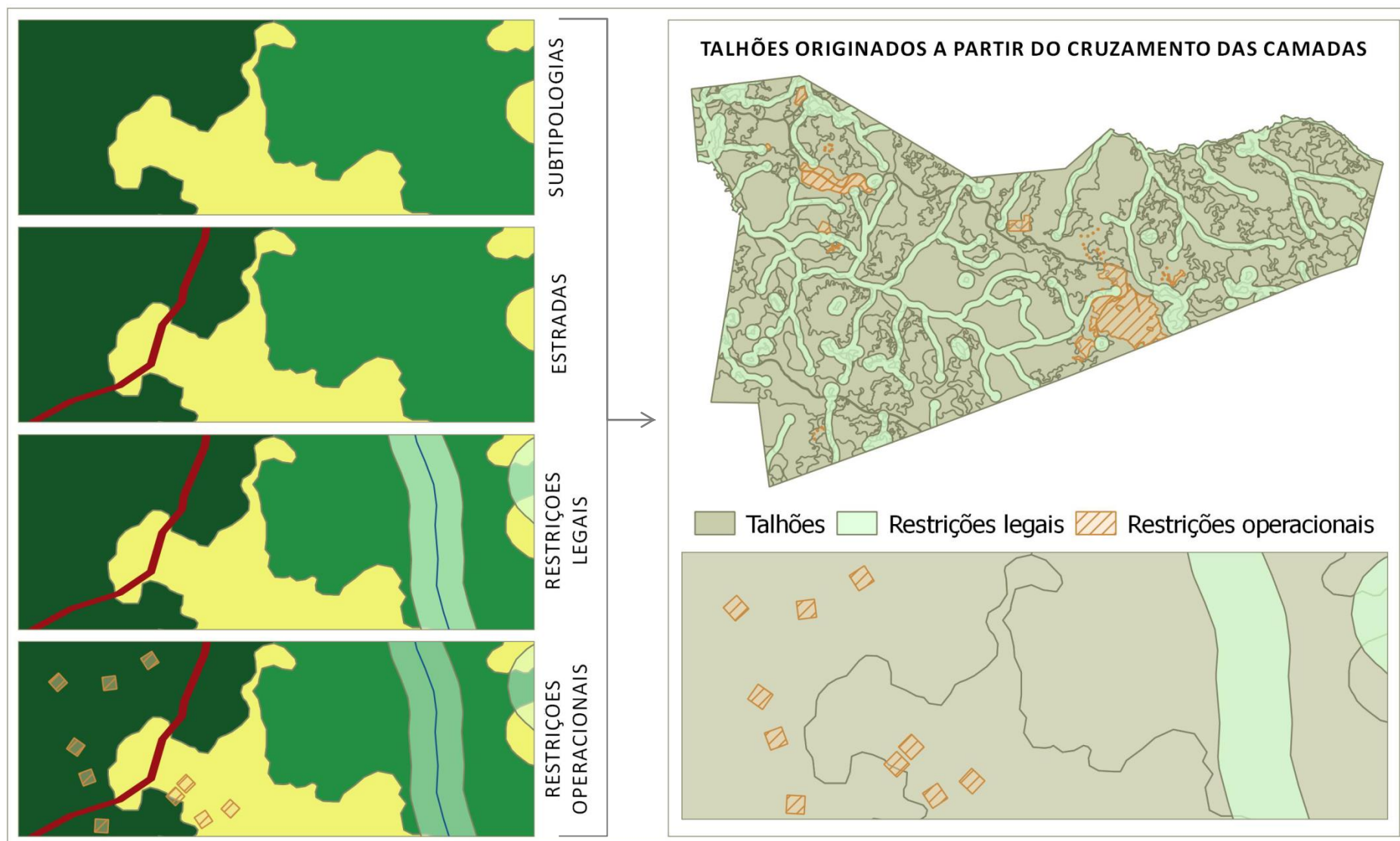
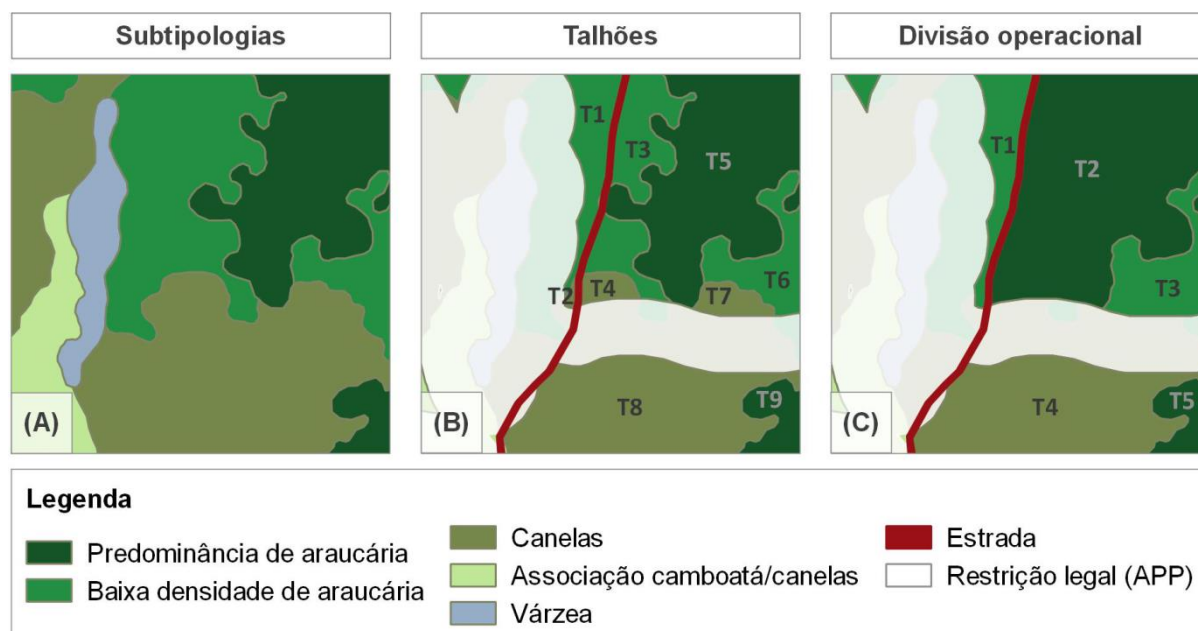


FIGURA 7 – PROCESSO DE CRIAÇÃO DOS TALHÕES PARA FINS OPERACIONAIS – PARTINDO DA DIVISÃO DA ÁREA EM SUBTIPOLOGIAS (A), TALHONAMENTO (B) ATÉ A AGREGAÇÃO DE POLÍGONOS COM MENOS DE 1 HECTARE A TALHÕES ADJACENTES DE MAIORES PROPORÇÕES (C).



Com esse processo foi possível reduzir o número de talhões para 168, com áreas variando de 0,099 a 37,474 hectares e com apenas 16 polígonos apresentando área menor que 1 hectare – que por algum motivo não puderam ser agregados a polígonos adjacentes.

4.3 DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DE TÉCNICAS SILVICULTURAIS

Na técnica de ordenamento por talhões o planejamento em longo prazo é geral e de caráter orientativo, baseando-se na definição de orientações de gestão gerais para cada unidade silvicultural (US), assegurando a persistência mediante o equilíbrio de classes de idade e a distribuição adequada no espaço dos tipos de cobertura florestal (GOTARREDONA; GARCIA, 2008).

Assim, os regimes silviculturais a serem aplicados em cada talhão são compostos com base nos regimes silviculturais gerais para a formação vegetal presente nas US, acrescidos das particularidades que requeira a gestão de cada talhão em função de sua situação atual, das necessidades detectadas durante o talhamento, e dos objetivos e condicionantes do manejo (GOTARREDONA; GARCIA, 2008).

4.3.1 Definição de tratamentos silviculturais gerais por unidade silvicultural (US)

Baseado no exposto no item anterior foram descritos tratamentos silviculturais gerais por unidade silvicultural (US), adaptados de métodos da literatura, partindo de um modelo mais simples, considerando-se os atributos de cada US, como metodologia para o presente trabalho. Também foram propostos tratamentos para as zonas com restrição de uso, respeitando-se as particularidades de cada uma.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DIVISÃO TERRITORIAL

5.1.1 Descrição das zonas com restrição de uso

5.1.1.1 Zonas com restrições legais de uso

O processo histórico de ocupação do território brasileiro resultou, em alguns casos, no aumento das pressões sobre o meio ambiente, em processos erosivos, na perda de biodiversidade, na contaminação ambiental e em desequilíbrios sociais. Assim, o desperdício dos recursos naturais decorrente do uso inadequado das terras é uma realidade a ser enfrentada, levando a repensar essa ocupação para evitar os erros do passado e promover uma gradual adequação ambiental da atividade rural (SILVA *et al.*, 2011). Nesse contexto, as Áreas de Preservação Permanente (APPs), bem como a Reserva Legal (RL), devem ser consideradas como parte fundamental do planejamento conservacionista das propriedades (SILVA *et al.*, 2011).

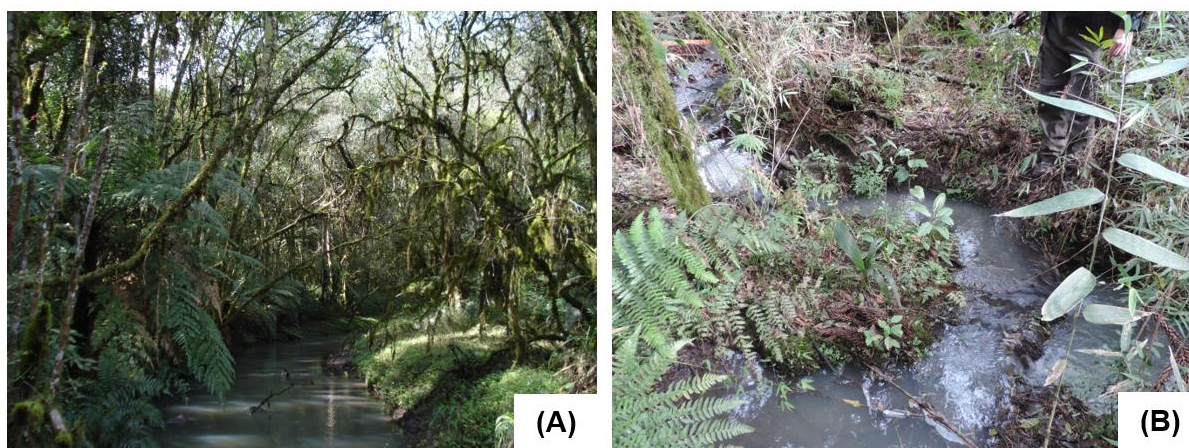
Entre os pesquisadores, há consenso de que as áreas marginais a corpos d'água – sejam elas várzeas ou florestas ripárias – são áreas insubstituíveis em razão da biodiversidade e de seu alto grau de especialização e endemismo, além dos serviços ecossistêmicos essenciais que provêm – tais como a regularização hidrológica (SILVA *et al.*, 2011).

Desta maneira, a APP é definida como uma área protegida, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, além de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012). Para a área de estudo, as áreas de proteção (APP) definidas contemplaram, conforme orientação da Lei N° 12.651 (BRASIL, 2012), as faixas marginais ao longo dos cursos d'água perenes e intermitentes, as áreas no entorno de nascentes, áreas no entorno de lagos e lagoas, bem como faixas marginais às áreas de várzea.

O conjunto das áreas de preservação permanente delimitadas para a Estação Experimental da Embrapa engloba uma área de 280,81 ha – representando cerca de 23% do território total –, subdividida em faixas de preservação nas margens de rios, nascentes, lagos e várzeas, como representado na FIGURA 10.

Dentro da área de estudo a rede hidrográfica estende-se por quase 42 Km, dividindo-se em rios perenes (FIGURA 8 A) e intermitentes (FIGURA 8 B) (com comprimento de aproximadamente 5 e 36 Km, respectivamente). Todos os rios que percorrem esta área apresentam largura menor do que 10 m, e, portanto, a faixa marginal que deve ser mantida nesses casos corresponde a, no mínimo, 30 m. Sendo assim, as APPs que circundam os rios da Estação Experimental da Embrapa compreendem uma área de 223,4 hectares.

FIGURA 8 – CARACTERIZAÇÃO DOS RIOS PERENES (A) E INTERMITENTES (B) QUE PERCORREM A ÁREA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA, EM CAÇADOR - SC.

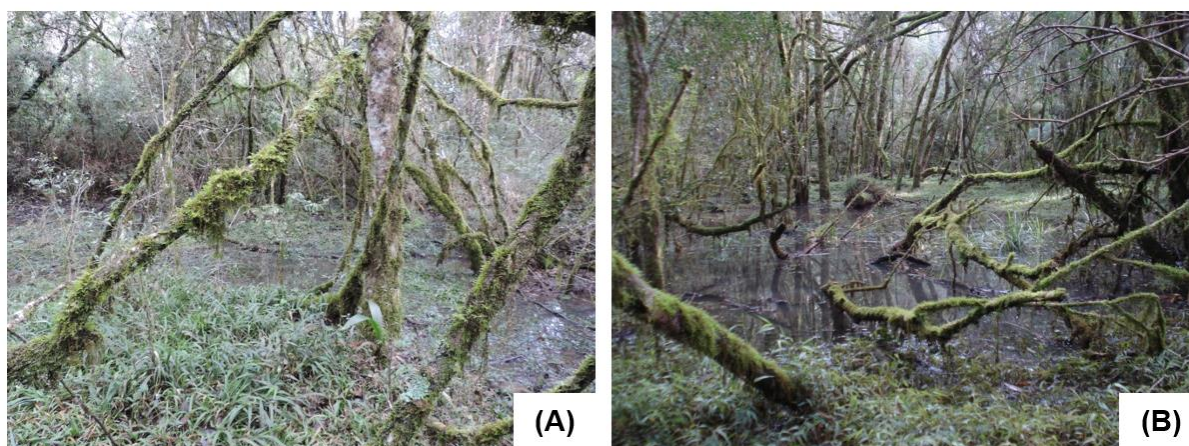


No total, 47 das nascentes que fazem parte desta rede hidrográfica encontram-se dentro da área da Embrapa. Considerando a faixa com raio de 50 m exigido pela legislação vigente tem-se, aproximadamente, 36 ha de APP delimitada visando proteger os locais de afloramento de água subterrânea. Também fazem parte deste sistema hidrológico dois lagos, oriundos do represamento de cursos d'água naturais, e as várzeas (FIGURA 9 A e B) – que ocupam cerca de 10 ha, distribuídas em 33 áreas.

As várzeas são áreas altamente relevantes em termos ecológicos, e por isso a importância de serem incluídas no conceito das APPs (SILVA *et al.*, 2011), mesmo que o atual código florestal não o tenha feito. Além de abrigarem uma fauna e flora particulares, incluindo espécies endêmicas, as várzeas prestam diversos serviços ecossistêmicos de grande relevância para o homem, dissipando forças erosivas do escoamento superficial de águas pluviais, funcionando como controladoras de enchentes, além de terem alta importância biológica, pois fornecem alimento, abrigo

e servem como sítios de alimentação e reprodução de muitas espécies em determinadas épocas do ano (SILVA *et al.*, 2011). Assim, é plenamente justificada a faixa de 50 m aqui considerada para a proteção permanente de tais áreas, de forma que estas APPs abrangem uma área de pouco mais de 70 hectares dentro da EEEC.

FIGURA 9 – CARACTERIZAÇÃO DAS VÁRZEAS OBSERVADAS NA ÁREA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA, EM CAÇADOR - SC.



5.1.1.2 Zonas com restrições operacionais de uso

5.1.1.2.1 Parcelas de monitoramento da regeneração natural

Estudos sobre a regeneração natural em florestas são de grande relevância para o entendimento do funcionamento ecológico desses ecossistemas, pois permitem a inferência sobre a dinâmica de comunidades e populações de espécies arbóreas, que representam uma informação fundamental para o manejo florestal (SANTOS *et al.*, 2015).

A regeneração natural refere-se às fases iniciais de estabelecimento e desenvolvimento das plantas e sua boa condição quantitativa e qualitativa possibilita a preservação, a conservação e a formação de florestas, tanto para proteção integral como para o seu uso sustentável (KELLERMANN, 2011). Em seu sentido dinâmico, representa o processo de renovação da cobertura vegetal de uma área e, em um sentido estático, representa os indivíduos na fase jovem de uma espécie, ou de um grupo de espécies vegetais, que ocorrem naturalmente numa determinada área (LIMA FILHO *et al.*, 2002). No que tange ao manejo florestal, a regeneração é a base para a

FIGURA 10 – MAPA TEMÁTICO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA EMBRAPA, EM CAÇADOR - SC.



sustentabilidade e garantia de renovação de recursos extraídos da floresta (APARÍCIO, 2013).

Contudo, a continuidade do processo sucessional pode não ocorrer por períodos indefinidos, condicionada por fatores bióticos ou abióticos. No caso específico da Floresta com Araucária, a taquara tem atuado como inibidora do processo de regeneração natural, de forma que seu estabelecimento torna o ambiente menos propício para o recrutamento de espécies tanto de fases iniciais como tardias de sucessão. Assim, caso as condições permaneçam inalteradas, as taquaras tendem a excluir ou suprimir as espécies subsequentes (KELLERMANN, 2011).

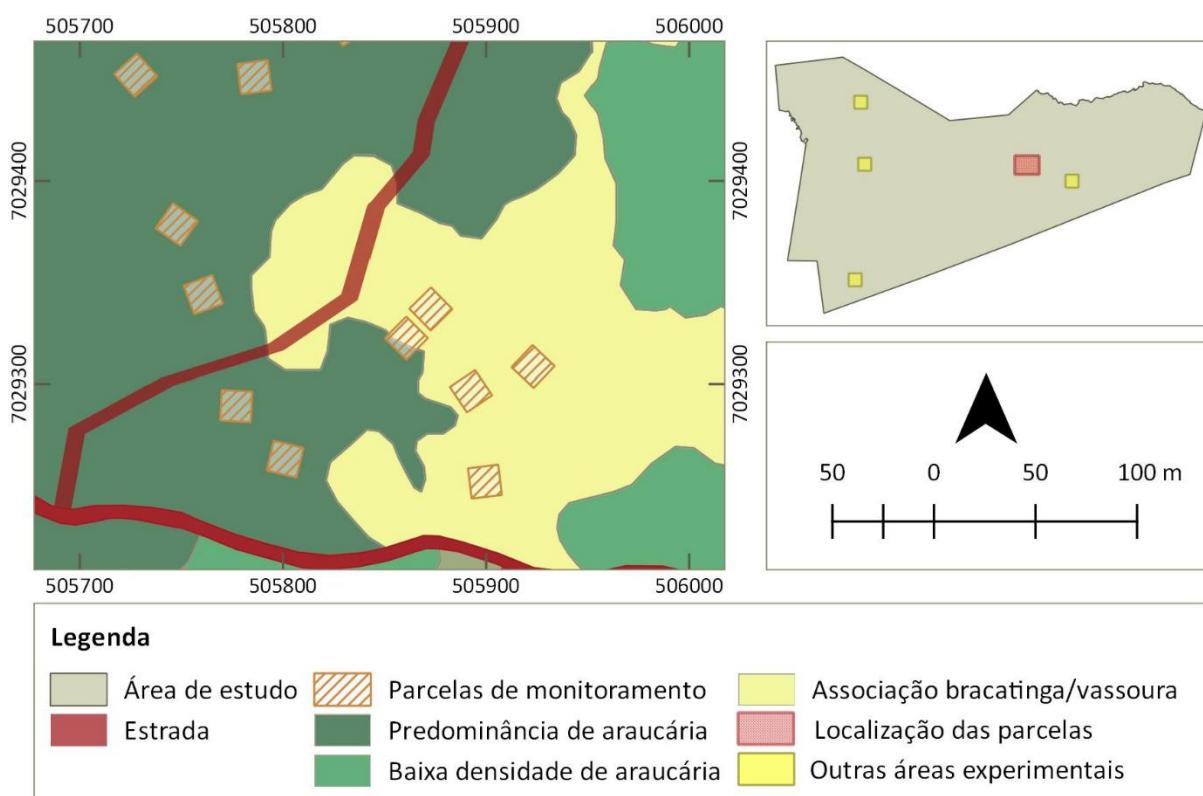
A forte presença competitiva das taquaras nas florestas com araucária, notadamente naquelas altamente antropizadas, inibe inequivocamente os processos demográficos das populações arbóreas e consequentemente da comunidade como um todo. Tal situação traz grande prejuízo ao estabelecimento, ao desenvolvimento e à sobrevivência de espécies importantes do ponto de vista conservacionista e de valor econômico, como a araucária. Para que sejam traçados programas e ações de restauração florestal e recuperação de áreas degradadas no ecossistema da floresta com araucária, torna-se indispensável reconhecer o papel que as taquaras exercem sobre a regeneração das espécies componentes (SANQUETTA *et al.*, 2005).

Com base no fato de que estudos sobre a dinâmica de regeneração natural são essenciais para a elaboração e aplicação correta dos planos de manejo e tratamentos silviculturais, permitindo a exploração racional e permanente dos remanescentes (SILVA *et al.*, 2012), aliado à influência da taquara no processo sucessional, a equipe de pesquisadores da Embrapa Florestas instalou parcelas de **monitoramento da regeneração natural** na EEEC no ano de 2007, objetivando analisar a diversidade, estrutura e dinâmica deste processo. Tais parcelas se concentraram em duas subtipologias florestais com fitofisionomias bastante distintas: áreas em estágio inicial de regeneração natural, com predominância de taquaras em seu sub-bosque, e áreas em estágio avançado de regeneração, com predominância de araucária no dossel (FIGURA 11).

Em cada uma das duas subtipologias estudadas foram instaladas 20 parcelas de 15 x 15 m, nas quais foram marcadas cinco subunidades de 1,5 m x 1,5 m (2,25 m²) em sistema de amostragem em conglomerados, onde efetivamente, realizou-se o monitoramento da regeneração natural das espécies arbóreas. Desta forma, em cada subtipologia foram instaladas 100 sub-parcelas, totalizando uma área amostral total

de 450 m², distribuídos em 200 parcelas de 2,25 m² (1,5 m x 1,5 m). Resultados deste estudo para o período de 2007 a 2010, bem como maiores informações, podem ser encontrados em Kellermann (2011).

FIGURA 11 – LOCALIZAÇÃO DE UMA DAS CINCO ÁREAS DE MONITORAMENTO DA REGENERAÇÃO NATURAL NA ÁREA DE ESTUDO, COM PARCELAS INSTALADAS EM 2007.



5.1.1.2.2 Plantio de enriquecimento com mudas de *Araucaria angustifolia*

O **plantio de enriquecimento** é um tratamento silvicultural utilizado quando o número de indivíduos com alto valor econômico presentes na floresta é insuficiente ou totalmente inexistente (LAMPRECHT, 1990), o que inviabiliza a aplicação de cortes nestas áreas (CALDEIRA, 1999). Para se levar a plena produtividade às matas exploradas de *Araucaria angustifolia*, bem como as florestas degradadas, caracterizadas por esta pequena proporção de indivíduos de valor econômico, é necessário o seu enriquecimento com espécies de alto valor econômico – que se adaptem às condições ecológicas do ambiente (MOOSMAYER; FONSECA, 1968).

O enriquecimento é baseado no princípio de preservar, nos povoamentos, todas as árvores de valor econômico e de promover o seu desenvolvimento qualitativo

e quantitativo (CARVALHO, 1978). Isso pode ser feito por semeadura direta ou por plantio de mudas, de uma ou duas espécies, seguido de operações de limpeza e reposição das falhas quando necessário (CALDEIRA, 1999). O sistema mais conhecido é o plantio em linhas (LAMPRECHT, 1990), mas existem várias formas para efetuar o enriquecimento – que pode ser individual, em linhas, em faixas ou corredores, ou em grupos (CALDEIRA, 1999). Independente do sistema, com o enriquecimento será possível a criação de florestas de alta produção e ainda poderão ser aproveitados os efeitos de valorização das árvores já existentes (CARVALHO, 1978).

As florestas secundárias existentes na região Sul do Brasil são resultantes de uma exploração florestal descontrolada, provocada por uma seleção negativa dos maciços existentes (CARVALHO, 1978), o que também ocorreu na Estação Experimental da Embrapa. O método de plantio de enriquecimento é uma técnica que vem sendo usada em áreas tropicais como uma alternativa de conversão dessas matas consideradas pobres, em povoamentos de valor comercial garantido (CARVALHO, 1978).

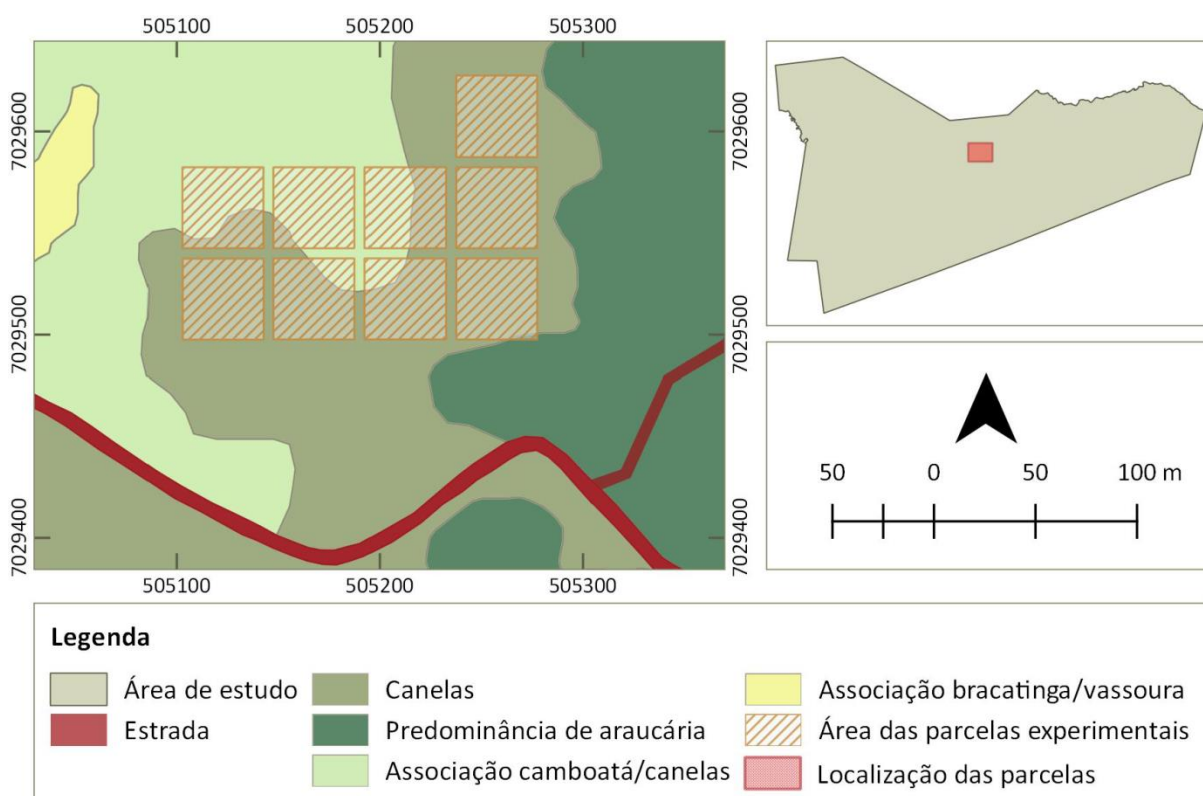
No entanto, pesquisas têm mostrado que populações de mamíferos, nativos ou exóticos, podem impactar substancialmente a sobrevivência, crescimento e regeneração de plântulas, tanto em formações naturais quanto em florestas plantadas. Tendo em vista a importância da espécie *A. angustifolia* e o estado de conservação dos remanescentes florestais que a abrigam, torna-se essencial o entendimento das perdas devido à predação de mudas e sementes em estratégias que visam o plantio desta espécie (MARAN *et al.*, 2015).

Com base no exposto, no ano de 2011, foram instaladas unidades de observação na Estação Experimental da Embrapa, em uma área predominantemente ocupada por uma floresta secundária em estágio avançado de regeneração natural, com a presença de indivíduos de *A. angustifolia* pouco significativa e muito esparsa – aqui denominada como pertencente à subtipologia “Canelas” (FIGURA 12) – objetivando analisar a sobrevivência de mudas de *A. angustifolia* em plantios de enriquecimento.

O ensaio contém nove parcelas no total. Cada parcela é composta por oito linhas e oito fileiras, formando um quadrado de dimensões 40 x 40 m, com espaçamento de 5 x 5 m entre as covas, totalizando 64 covas por parcela. A superfície total ocupada por este experimento é de 1,44 ha. O preparo da área incluiu limpeza e

roçada de herbáceas e retirada de taquara. As covas foram feitas com broca mecânica. Os tratos culturais efetuados no período da condução do ensaio são a limpeza nas linhas e o coroamento em torno das mudas.

FIGURA 12 – LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS DO PLANTIO DE ENRIQUECIMENTO COM MUDAS DE *Araucaria angustifolia* NA ÁREA DE ESTUDO, INSTALADAS EM 2011.



As mudas utilizadas neste ensaio foram produzidas em viveiro, com sementes obtidas de indivíduos localizados em 10 áreas de capões de pinheiros apenas dentro da Estação Experimental, plantando-se uma muda por cova em todos os tratamentos, utilizando-se dois tipos de mudas diferentes: mudas pequenas, com altura variando de 20 a 25 cm e grandes, com altura variando de 40 a 50 cm. O tempo de permanência em viveiro para tais mudas foi de um e dois anos, respectivamente.

Até o momento, os resultados deste ensaio sugerem que o plantio de mudas de maiores dimensões pode proporcionar maiores índices de sucesso no estabelecimento de povoamentos e de plantios para recuperação ambiental com a *A. angustifolia*. Mais informações sobre esta área experimental podem ser vistas em Maran *et al.* (2015).

5.1.1.2.3 Plantio de *Araucaria angustifolia* derivado de mudas e sementes

A espécie *Araucaria angustifolia* apresenta um grande potencial na sua região de ocorrência natural, porém é pouco conhecida em termos de crescimento e produção, bem como dos fatores que os influenciam, como a qualidade do material genético, qualidade do sítio e a silvicultura (densidade de plantio, limpeza, poda e desbaste) (SANTOS, 2006). Além disso, muitos fatores bióticos e abióticos que podem influenciar também nos índices de sucesso em plantios dessa espécie - seja este efetuado pela semeadura direta ou a partir de mudas - são também pouco estudados.

Um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento dessa espécie, quando do plantio direto, é o consumo de suas sementes, popularmente conhecidas como pinhões, e que servem de alimento para grande parte da fauna que habita as florestas subtropicais brasileiras (MELLO FILHO *et al.*, 1981). A importância do seu consumo por animais silvestres dá-se pelo fato de a maturação e queda destas sementes ocorrer na época de escassez de outras fontes de alimento, sobretudo nos meses de abril, maio e junho (MULLER, 1986).

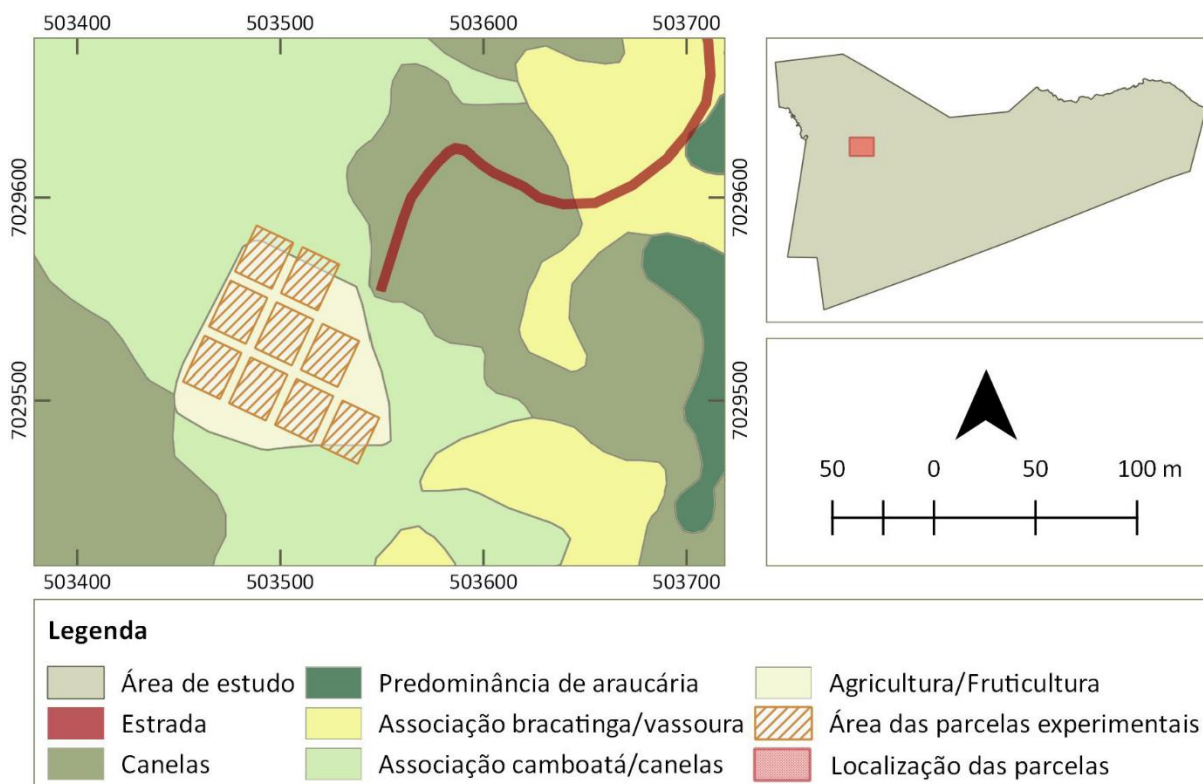
Os animais que se alimentam dos pinhões, consumindo uma porção suficiente para inviabilizar a sua germinação, são considerados predadores de sementes e podem exercer uma forte influência na população das plantas (VIEIRA; IOB, 2009). Entretanto, no caso do plantio por meio de mudas, também foram constatados problemas de predação pela fauna, observando-se a remoção de mudas recém-plantadas, ocasionada por animais em busca do pinhão ainda ligado ao sistema radicular em formação (SANQUETTA, 2005; ROSOT *et al.*, 2007b).

Dessa maneira, o desenvolvimento de um sistema de manejo adequado aos povoamentos de araucária deve estar aliado à identificação dos fatores que possam limitar o seu desenvolvimento, podendo contribuir para o aumento do interesse de sua utilização em plantios comerciais, possibilitando a retomada da sua competitividade no mercado de espécies florestais (SANTOS, 2006).

Assim, tendo em vista a importância desta espécie e o estado de conservação dos remanescentes florestais que a abrigam, torna-se essencial o entendimento dos processos de predação de mudas e sementes em estratégias que visam o plantio da *A. angustifolia*. Portanto, no ano de 2012, foram instaladas unidades de observação na Estação Experimental da Embrapa, em uma área previamente ocupada por agricultura, não apresentando cobertura arbustiva ou arbórea até o momento – aqui

denominada como pertencente à subtipologia “Agricultura/Fruticultura”, sem estágio de regeneração natural definido (FIGURA 13) – objetivando analisar a sobrevivência, germinação e os danos causados pela fauna às mudas e sementes de *A. angustifolia* em condição de povoamento.

FIGURA 13 – LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS DO PLANTIO DE *Araucaria angustifolia* DERIVADO DE MUDAS E SEMENTES NA ÁREA DE ESTUDO, INSTALADAS EM 2012.



O ensaio contém nove parcelas no total. Cada parcela foi composta por seis linhas e cinco fileiras, formando um retângulo de dimensões 25 x 30 metros, com espaçamento de 5 x 5 metros entre as covas, totalizando 30 covas por parcela. Portanto, o experimento foi composto por 270 covas, sendo 135 destinadas ao plantio de mudas e 135 destinadas à semeadura de pinhões. A superfície total do experimento foi de 0,675 ha. O preparo das parcelas incluiu roçada prévia, passagem de grade e de subsolador a 40 cm. Os tratos culturais efetuados no período de condução do ensaio foram a limpeza do terreno e o coroamento periódico nas covas em torno das mudas e pinhões, bem como o combate a formigas.

As mudas utilizadas no ensaio foram produzidas em viveiro, com sementes oriundas da própria área de estudo, coletadas no ano anterior à instalação do

experimento. Na época do plantio as mudas tinham 10 meses de idade e uma altura média de 25 cm. Foram utilizados 300 ml de hidrogel e 100 g de adubo NPK por cova. Nas parcelas onde ocorreu o plantio direto, utilizaram-se três pinhões por cova, obtidos por meio de coleta, com um dia de antecedência ao plantio, de diferentes localidades dentro da Estação Experimental da Embrapa, em Caçador, não recebendo qualquer tratamento repelente ou fungicida. Neste caso, também foram utilizados 100 g de NPK por cova.

Até o momento tem-se constatado que, apesar de os pinhões semeados gerarem plântulas mais resistentes e mais bem adaptadas em campo, apresentando menores taxas de mortalidade natural, os resultados do presente estudo sugerem que o plantio de mudas pode proporcionar maiores índices de sucesso no estabelecimento de povoamentos de *A. angustifolia*. Nesse caso, o fator determinante é a intensidade de predação da fauna e sua aparente preferência pelas mudas recém-emergidas das sementes. Por outro lado, a sobrevivência de mudas plantadas depende diretamente de sua qualidade, vitalidade, cuidados recebidos no viveiro e das condições climáticas encontradas durante a fase de implantação.

5.1.1.2.4 Recuperação de áreas visando o manejo de ervais sob cobertura

Uma forma de manejar a Floresta de Araucária para a geração de produtos não madeireiros em consonância com o manejo convencional é o cultivo de erva-mate no subdossel da floresta ou sob a cobertura de árvores maiores (SANQUETTA; MATTEI, 2006). *Ilex paraguariensis* é uma espécie arbórea nativa deste ecossistema, pertencente à família Aquifoliaceae, de característica clímax e ciófito, podendo ser plantada à sombra de outras árvores, crescendo bem nas associações dos estágios sucessionais mais avançados da FOM (CARVALHO, 1994; MARQUES *et al.*, 2012).

No Brasil, a erva-mate tem sido plantada a pleno sol, na maior parte das vezes em associação com culturas agrícolas intercalares, sendo também prática comum o adensamento de ervais nativos, seja pelo plantio de mudas na mata raleada, seja pelo favorecimento e condução da regeneração natural, nos casos em que esta é abundante (EMBRAPA, 1988).

A erva-mate manejada, ou cultivada sob a cobertura da floresta, é um dos alicerces da propriedade rural e do sustento das famílias nesse meio (SANQUETTA; MATTEI, 2006). Adicionalmente, a erva-mate produzida em ervais nativos – por

apresentar sabor mais suave – tem se mostrado, atualmente, mais valorizada do que a oriunda de ervais plantados, apresentando, normalmente, um sobrepreço de até 30% (MARQUES *et al.*, 2012); esta modalidade de manejo se apresenta como uma maneira de manter a floresta como tal – propiciando seus serviços ambientais, mas também oportunizando ao proprietário a geração de renda em sua área (SANQUETTA; MATTEI, 2006).

Assim, sendo considerada uma das riquezas do sub-bosque da Floresta com Araucária, a erva-mate apresenta um grande potencial econômico, além de representar uma ótima opção para a condução do manejo sustentado da floresta em uma perspectiva de uso múltiplo dos recursos naturais (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2008). Desde o ano de 2014 ervais sob cobertura vêm sendo instalados na Estação Experimental da Embrapa, visando à recuperação de áreas degradadas e, portando, a recuperação da cobertura florestal, partindo de modelos que aperfeiçoam o processo de restauração, ao mesmo tempo em que podem gerar eventual renda.

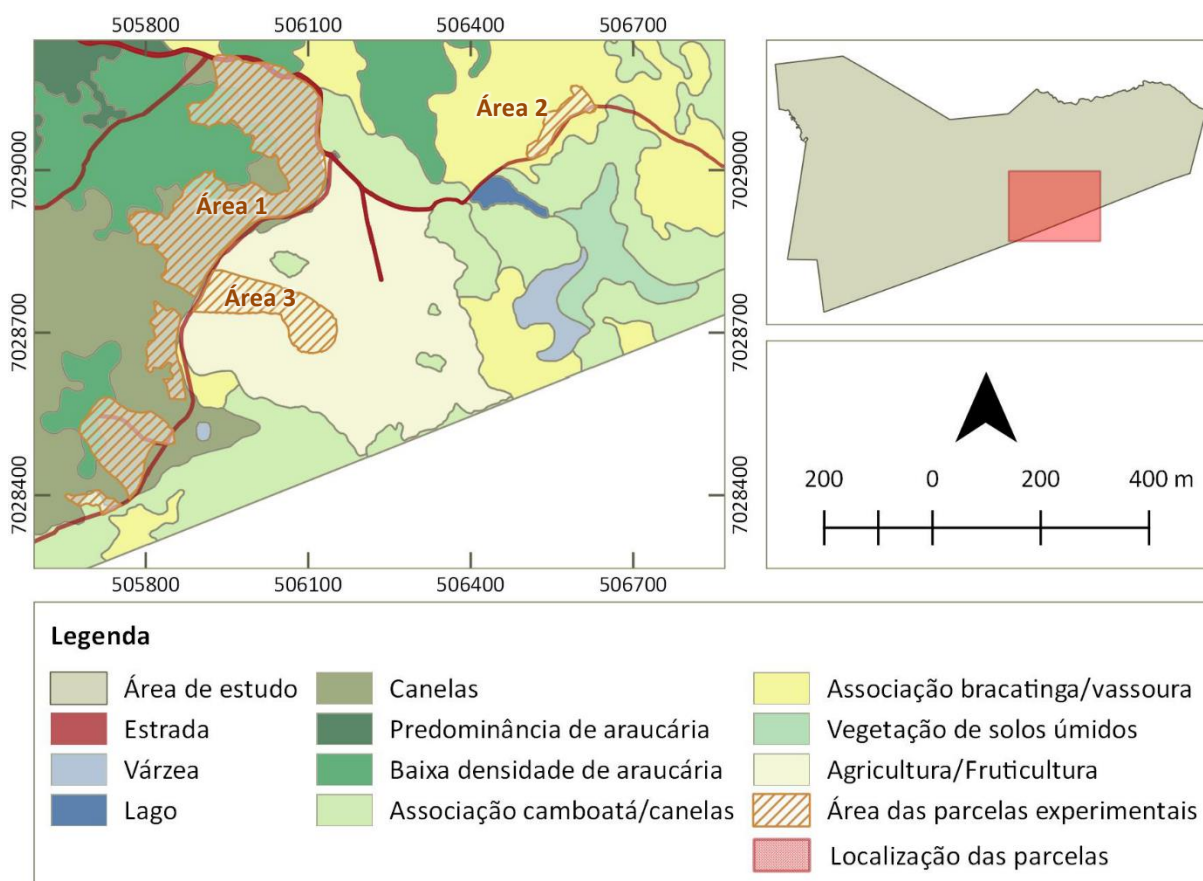
As parcelas experimentais somam aproximadamente 20 hectares e encontram-se instaladas em três áreas, de tamanhos e usos prévios distintos (FIGURA 14): **a) Área 1**, floresta secundária caracterizada como em estágio avançado de regeneração natural, incluída na subtipologia “Canelas”, mas com predominância de taquaras em seu sub-bosque; **b) Área 2**, floresta secundária em estágio inicial de regeneração natural, composta pela “Associação bracatingas/vassourão”, também com predominância de taquaras no sub-bosque, formando uma densa cobertura; **c) Área 3**, sem cobertura florestal, localiza-se em uma porção da EEEC destinada ao cultivo agrícola até o ano de 2009, e posteriormente abandonada, a partir do qual desenvolveu-se cobertura vegetal de ervas anuais típicas de sistemas agrícolas, como azevém, ervilhaca, dentre outras..

Para o preparo da **Área 1** e controle dos taquarais (FIGURA 15 A) que ocupavam o sub-bosque dessa porção da EEEC utilizou-se um trator de esteira que percorreu a área quebrando e derrubando os indivíduos de taquara (FIGURA 15 B). Após essa etapa realizou-se a semeadura a lanço de sementes de *Mimosa scabrella* oriundas de matrizes locais, utilizando-se 3 Kg de sementes por hectare – totalizando 42 Kg considerando a extensão de 14 ha abrangida por este plantio (FIGURA 15 D).

As atividades para esta área incluíram principalmente o controle da taquara, demandando o uso de um herbicida de amplo espectro, o glifosato, seguida da marcação (FIGURA 15 C) e plantio de mudas de *Ilex paraguariensis*, em espaçamento

3 x 2 m, e *Araucaria angustifolia*, seguindo um espaçamento 10 x 10 m. Novas espécies arbóreas nativas farão parte do plantio de enriquecimento desta área conforme suas mudas estejam disponíveis.

FIGURA 14 – LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS DO PLANTIO DE *Ilex paraguariensis* SOB COBERTURA, NA ÁREA DE ESTUDO, INSTALADAS EM 2014.

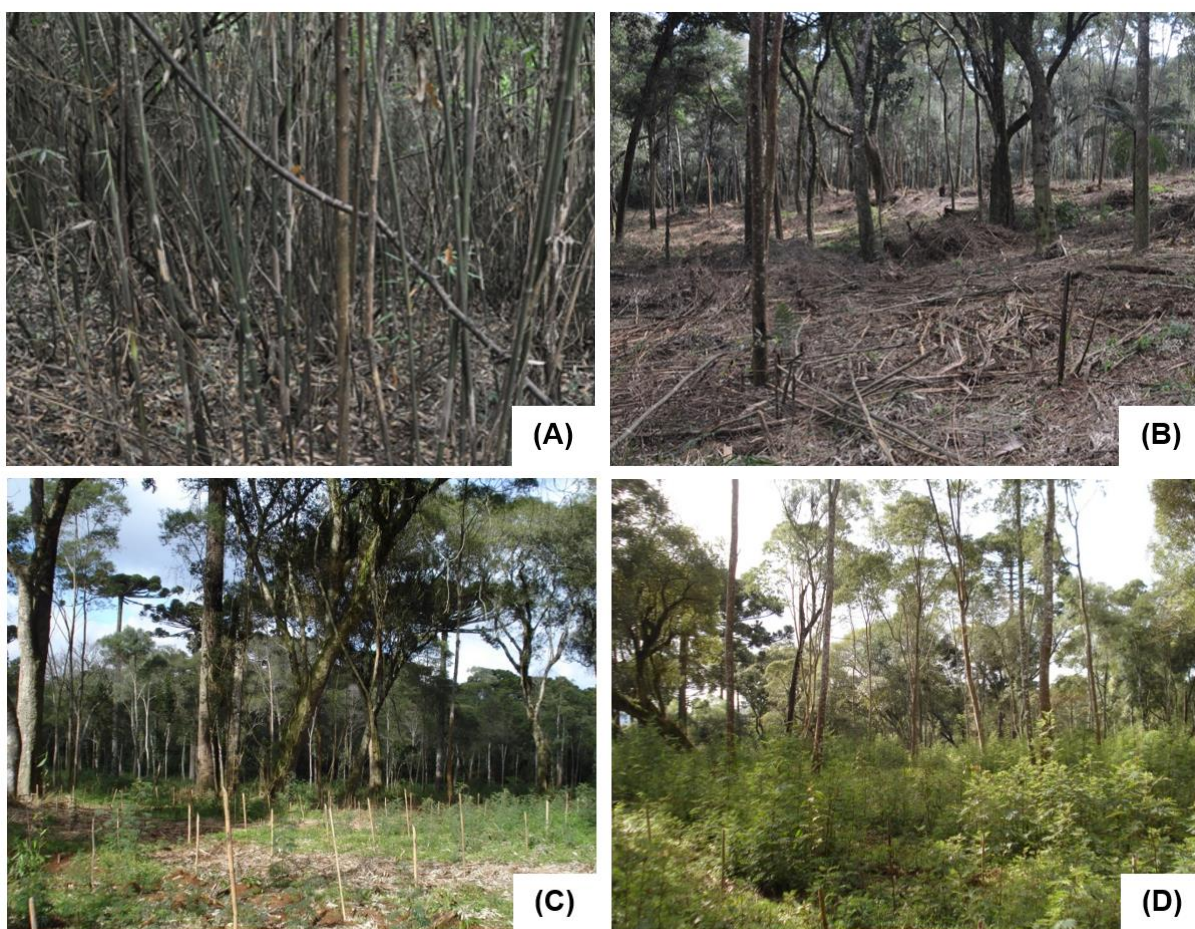


Por sua vez, a estratégia adotada para a recuperação da **Área 2**, cuja abrangência é de apenas 1,77 ha, teve como foco o adensamento de erva-mate junto ao manejo da regeneração natural, após a remoção de toda a taquara que ocupava o sub-bosque, utilizando um trator de esteira – do mesmo modo como executado para a área anteriormente citada. O espaçamento utilizado nesse caso foi de 2,5 x 1,5 m.

A manutenção dessa área inclui atividades de controle de taquaras, coroamento, controle de formigas, replantio de mudas, adubação e condução da regeneração natural. O desenvolvimento desta tem-se mostrado abundante, em especial quanto a indivíduos de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), capororoca (*Myrsine coriacea*), imbuia (*Ocotea porosa*), guaçatunga (*Casearia decandra*), camboatá (*Cupania vernalis*), ariticum (*Rollinia rugulosa*), pessegueiro-bravo (*Prunus*

brasiliensis), bugreiro (*Lithraea brasiliensis*), erva-mate (*Ilex paraguariensis*), caúna (*Ilex brevicuspis*), aroeira (*Schinus terebinthifolius*), pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), vassourão branco (*Piptocarpha angustifolia*), vassourão-preto (*Vernonanthura discolor*), carne-de-vaca (*Clethra scabra*), canela-guaicá (*Ocotea puberula*), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), maria-mole (*Symplocus uniflora*).

FIGURA 15 – ÁREA EXPERIMENTAL 1, DESTINADA AO MANEJO DE ERVAIS SOB COBERTURA, ANTES DA REMOÇÃO DA TAQUARA-LIXA (A); APÓS O SEU CONTROLE MECÂNICO (B); COM A MARCAÇÃO DO PLANTIO UTILIZANDO-SE ESTACAS (C) E APÓS A GERMINAÇÃO DAS BRACATINGAS ORIGINADAS POR SEMEADURA A LANÇO (D).



Visto o intenso desenvolvimento de plântulas de variadas espécies na regeneração natural desta área, pode-se afirmar que o objetivo de diversificação está sendo alcançado através do manejo destas plantas. Por outro lado, por possuir uma cobertura arbórea cujo sombreamento é ideal para o desenvolvimento de erva-mate, o plantio desta espécie irá tornar este local uma “vitrine” para demonstrar o manejo

florestal que alia a capacidade produtiva de produtos não madeireiros (erva-mate) com alta diversidade de espécies arbóreas.

Com relação à terceira área (**Área 3**), o sistema de restauração baseou-se no plantio de mudas arbóreas de espécies nativas típicas das diferentes fases sucessionais (QUADRO 3), em espaçamento 2,5 x 1,5 m, com variação do conjunto das espécies nas linhas de plantio. O preparo da área foi realizado com escarificador superficial, visando à diminuição da compactação dos solos resultante de décadas de atividade agrícola no local. Apesar de não eliminada por completo, pois o desenvolvimento das mudas neste local foi bastante retardado em função desse fator, certamente esta foi minimizada.

QUADRO 3 – LISTA DE ESPÉCIES ARBÓREAS UTILIZADAS NO PLANTIO DAS ÁREAS EM RECUPERAÇÃO.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira
ANNONACEAE	<i>Rollinia rugulosa</i> Schltdl.	Ariticum
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex paraguariensis</i> A St.-Hil.	Erva-mate
ARAUCARIACEAE	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucária
CELASTRACEAE	<i>Maytenus ilicifolia</i> (Schrad.) Planch.	Espinheira-santa
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L B. Sm & Downs	Branquilha
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania klotzschiana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.	Branquilha
FABACEAE	<i>Inga virescens</i> Benth.	Ingá
FABACEAE	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Bracatinga
FABACEAE	<i>Mimosa flocculosa</i> Burkart	Bracatinga
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga-miúda
MELIACEAE	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro-rosa
MYRTACEAE	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	Goiaba serrana
MYRTACEAE	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O. Berg	Guabirova
MYRTACEAE	<i>Eugenia florida</i> DC.	Guabijú
MYRTACEAE	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira
MYRTACEAE	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Uvaia
MYRTACEAE	<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga
MYRTACEAE	<i>Myrceugenia acrophylla</i> (O. Berg) Legrand & Klein	Guamirim-branco
MYRTACEAE	<i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg) D. Legrand	Cambuí
MYRTACEAE	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Araçá
PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Pinheiro-bravo
ROSACEAE	<i>Prunus brasiliensis</i> Dietrich	Pessegueiro-bravo
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk	Vacum
SAPINDACEAE	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá, cuvatã
SAPINDACEAE	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel-pintado

A manutenção do plantio envolveu o controle de formigas cortadeiras, coroamento das mudas com uso de herbicida e roçadeira costal, replantio, adubação e poda. Especificamente quanto ao replantio, utilizaram-se mudas principalmente de aroeira (*Schinus terebinthifolius*), imbuia (*Ocotea porosa*), cedro (*Cedrela fissilis*), guamirim-branco (*Myrceugenia acrophylla*), e pessegueiro-bravo (*Prunus*

brasiliensis). Como estratégia para a proteção das mudas plantadas utilizou-se o manejo da regeneração natural, que neste local se deu principalmente por arbustos da família Poaceae, e em especial, a espécie *Baccharis brachylaenoides*, que promoveu maior sombreamento as mudas, as quais ficaram menos expostas ao ressecamento do solo e exposição excessiva a insolação.

5.1.1.2.5 Sistemas agroflorestais

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) podem ser definidos como sistemas de uso da terra que envolvem a combinação de cultivos simultâneos e/ou sequenciais de espécies arbóreas nativas e/ou introduzidas com culturas agrícolas, hortaliças, fruteiras e/ou criação de animais (RODIGHERI, 1997). Constituem-se em uma alternativa de uso da terra para aliar a estabilidade do ecossistema visando à eficiência e otimização de recursos naturais na produção de forma integrada e sustentada (SANTOS; PAIVA, 2002).

São sistemas extremamente complexos, tanto no sentido da composição quanto do manejo, e também visam à segurança alimentar e à geração de renda familiar, pois incluem o cultivo de espécies econômicas dentro da floresta. Do ponto de vista ambiental, os sistemas agroflorestais sucessionais podem desempenhar papéis similares aos de uma floresta natural (RADOMSKI *et al.*, 2014).

No Brasil, especialmente, nos últimos anos, além do aumento da conscientização da sociedade sobre a importância da preservação ambiental, vêm sendo executados vários programas de pesquisa e ações visando à conservação e o aumento da cobertura florestal, quer para a preservação e recuperação de matas ciliares, recuperação de áreas degradadas, plantios de maciços florestais e/ou através da implantação de sistemas agroflorestais (RODIGHERI, 1997).

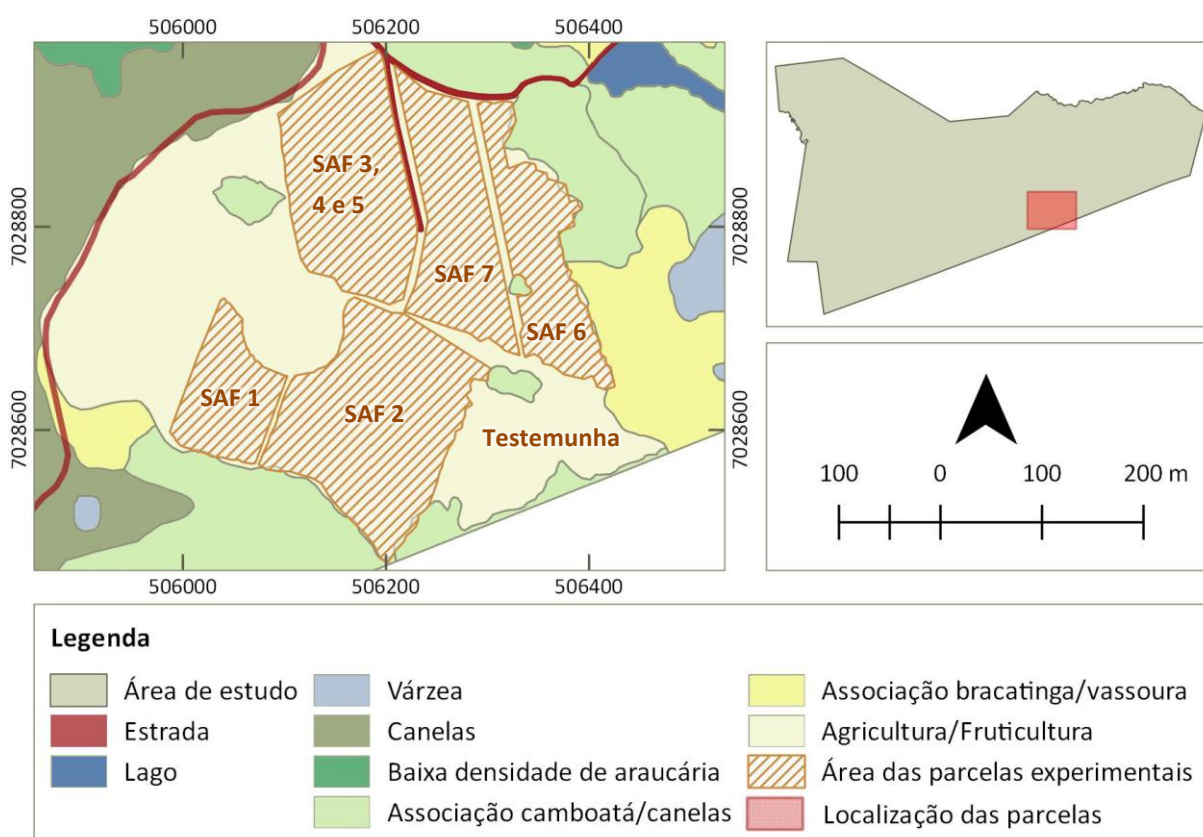
Assim, estes sistemas apresentam grande potencial para estratégias de desenvolvimento sustentável, pela conservação dos solos e da água, a diminuição do uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, a adequação à pequena produção, a conservação da biodiversidade e a recuperação de fragmentos florestais e matas ciliares (AMADOR; VIANA, 1998).

No caso de pequenos produtores familiares, em razão da pouca disponibilidade de área para o cultivo e sobrevivência da família, as combinações agroflorestais podem representar uma alternativa de estímulo econômico à

recuperação florestal, levando à incorporação do componente arbóreo em estabelecimentos rurais (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Tendo em vista o exposto, modelos de SAF foram desenhados e instalados com o objetivo de restauração de uma área degradada por uso intensivo com agricultura na Estação Experimental da Embrapa. A área utilizada para implantação destes modelos contempla aproximadamente 12 hectares (FIGURA 16), cujo uso até o ano de 2010 era agricultura em sistema de plantio direto (RADOMSKI *et al.*, 2014).

FIGURA 16 – LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS, NA ÁREA DE ESTUDO, INSTALADOS EM 2011.



Para a sua implantação o preparo do solo foi realizado por meio de roçada da vegetação com trator e abertura de linhas de plantio com escarificador. Utilizou-se hidrogel nas covas e a irrigação das mudas foi efetuada nos períodos de estiagem. Também foi realizado o controle de formigas com iscas químicas, capina na área da coroa e roçada de manutenção nas entrelinhas (RADOMSKI *et al.*, 2014).

Foram desenvolvidos e implantados sete SAFs, descritos por Radomski *et al.* (2014), e apresentados na sequência:

- a)** SAF 1 – Plantio de *Mimosa scabrella* e *Araucaria angustifolia*, consorciado com agricultura e com introdução de *Ilex paraguariensis*: Neste SAF foi utilizado o espaçamento de 6,0 m x 3,0 m para a araucária e 6,0 m x 1,5 m para a bracatinga. A densidade da araucária neste modelo é de 555 árvores por hectare e de bracatinga 1.111 árvores por hectare. No primeiro ano após a implantação (verão de 2012/13) as entrelinhas foram ocupadas com agricultura. Em 2014 foi realizada a poda da bracatinga, com o objetivo tanto de melhoria da qualidade do fuste destas árvores para produção de madeira sólida, quando para o favorecimento da entrada de luz nas entrelinhas com araucária. Um primeiro raleio nas linhas de bracatinga foi realizado em 2015, de forma sistemática, com a introdução da erva-mate (T2) nos espaços remanescentes.
- b)** SAF 2 – Plantio de *Mimosa scabrella*, consorciado com agricultura e com introdução de *Ilex paraguariensis*: Neste modelo o espaçamento utilizado para a bracatinga foi de 6,0 m x 1,5 m, resultando em uma densidade de 1.111 árvores por hectare. Nos verões 2012/13 e 2013/14 foi efetuado o cultivo intercalar de soja e milho, respectivamente. Em 2014 iniciou-se o plantio de erva-mate entre e nas linhas de bracatinga, em espaçamento de 3,0 m x 1,5 m.
- c)** SAF 3, 4 e 5 – Renques de *Araucaria angustifolia* e *Mimosa scabrella*: Foram estabelecidos 16 renques compostos pelo plantio de araucária (em espaçamento de 16,0 m x 3,0 m – SAF 3), araucária e bracatinga (em espaçamento de 16 m x 1,5 m – SAF 4), e bracatinga (em espaçamento de 16,0 m x 1,5 m – SAF 5). Entre quatro destes renques foram estabelecidas áreas de cultivo de seleções de duas frutíferas nativas selecionadas – a goiaba-serrana (*Acca sellowiana*) e o araçá (*Psidium catleyanum*). Entre os demais renques continua o cultivo em plantio direto, de soja e milho em rotação, no verão, e a manutenção do azevém e da ervilhaca no inverno, para manutenção da cobertura do solo.
- d)** SAF 6 – Plantio de *Araucaria angustifolia*, com *Mimosa flocculosa* e *Ilex paraguariensis*: Este modelo baseia-se no plantio da araucária em espaçamento de 6,0 m x 9,0 m, resultando em uma densidade de 185 árvores de araucária por hectare. Neste SAF também se efetuou o cultivo intercalar de soja e milho, em 2012/13 e 2013/14, respectivamente. Em função do crescimento mais lento da araucária, definiu-

se pelo plantio consorciado da bracatinga-de-campo-mourão, uma espécie leguminosa, semiperene e de rápido crescimento, utilizada para restauração de áreas degradadas (CARVALHO, 2002). A bracatinga-de-campo-mourão foi plantada junto às mudas de araucária por meio de semeadeira do tipo “matraca”, ajustada para o menor tamanho das sementes. Em 2015 foi introduzida a erva-mate em espaçamento de 2,0 m x 6,0 m.

e) SAF 7 – Plantio de *Araucaria angustifolia*, com *Mimosa flocculosa* e frutíferas: Este modelo baseia-se no plantio da araucária e bracatinga de campo mourão em espaçamento de 6,0 m x 9,0 m para a araucária, com a semeadura direta de bracatinga-de-campo-mourão junto às mudas de araucária. Na mesma área também foi introduzido um “mix” de frutíferas nativas plantadas de forma alternada, utilizando-se do mesmo espaçamento da araucária, de forma intercalar na linha.

5.1.2 Descrição das unidades homogêneas de mapeamento (subtipologias)

O remanescente florestal que caracteriza a Estação Experimental da Embrapa, em Caçador (EEEC), apresenta diferentes feições fitofisionômicas que possuem significativa importância regional. Sua cobertura florestal varia quanto à estrutura e composição florística, devido a diferenças relativas ocasionadas por componentes ecológicos e antropogênicos. Desta forma, atualmente são encontrados nesta área remanescentes primários alterados – tratados aqui como florestas secundárias em estágio avançado de regeneração natural, devido ao histórico de exploração da área de estudo – e florestas secundárias, em diversos estágios sucessionais, que podem conter indivíduos de grande porte e/ou remanescentes da floresta primária. Estas diferentes subtipologias observadas na área de estudo, por representarem as mesmas variações que ocorrem ao longo do território ocupado pela Floresta Ombrófila Mista (FOM), apresentam também os mesmos desafios, tanto para a sua manutenção como para a sua recuperação.

Na imagem *WorldView-2*, a discriminação das diferentes subtipologias presentes na EEEC foi efetuada pela comparação visual da variabilidade apresentada pelos elementos de interpretação, principalmente cor, tonalidade e textura, apresentados nas composições NRG e N2REG, aplicadas na ordem RGB; do mesmo modo como executado por Dlugosz (2005), utilizando uma imagem IKONOS II, para

a mesma área. Desta maneira, distinguiram-se, no total, 12 classes de mapeamento, sendo cinco destas referentes às subtipologias propriamente ditas, e seus respectivos estágios de desenvolvimento na escala sucessional (inicial, médio e avançado), enquanto as outras sete classes foram enquadradas a outros tipos de uso e cobertura do solo – ou por não ser possível determinar em qual estágio de regeneração natural essas formações se encontravam, ou por não haver cobertura florestal presente, como no caso de áreas permanentemente alagadas, solo exposto, ou áreas de agricultura.

As características consideradas para a definição de cada classe estão descritas na sequência, do item 5.1.2.1 ao 5.1.2.5:

5.1.2.1 Floresta em estágio inicial de regeneração natural

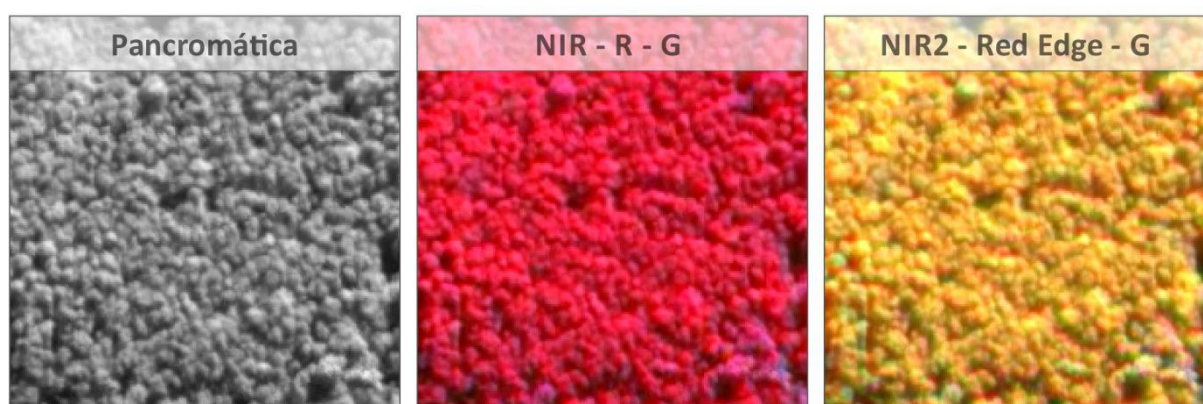
A vegetação secundária em estágio inicial do processo sucessional é caracterizada pela presença, em abundância, de espécies pioneiras, com distribuição diamétrica de pequena amplitude; sua diversidade biológica é variável, com poucas espécies arbóreas ou arborescentes, com cobertura vegetal variando de fechada a aberta (CONAMA, 1993). Dessa maneira, as espécies presentes em uma floresta neste estágio de regeneração são aquelas que se adaptam à germinação e crescimento em locais abertos, com muita radiação solar disponível – seja em clareiras grandes ou até mesmo em locais onde as condições climáticas regionais ou edáficas não permitem ainda o desenvolvimento de uma tipologia florestal densa (REIS, 1993).

Geralmente, uma floresta em tal estágio apresenta dominância de poucas espécies, observada por uma textura e um padrão espectral mais homogêneo (CINTRA, 2007). Na área de estudo, observa-se a distribuição agregada de uma espécie em particular, refletida na imagem *WorldView-2* por um padrão facilmente distinguível dos demais, por apresentar coloração vermelho intensa (NRG)/amarelo vivo (N2REG) e textura fina (FIGURA 17).

A dominância nessas áreas é dada pela presença da espécie *Mimosa scabrella* Benth. (Fabaceae), a bracatinga, cujos agrupamentos são responsáveis pela textura bastante homogênea visualizada na imagem satelitária. Além desta, também foi constatada, em inventário realizado na área (RIVERA, 2007), bem como em observações de campo para apoio ao mapeamento, presença das espécies *Piptocarpha angustifolia* Dusén e Malme e *Vernonia discolor* (Spreng.) H. Rob.

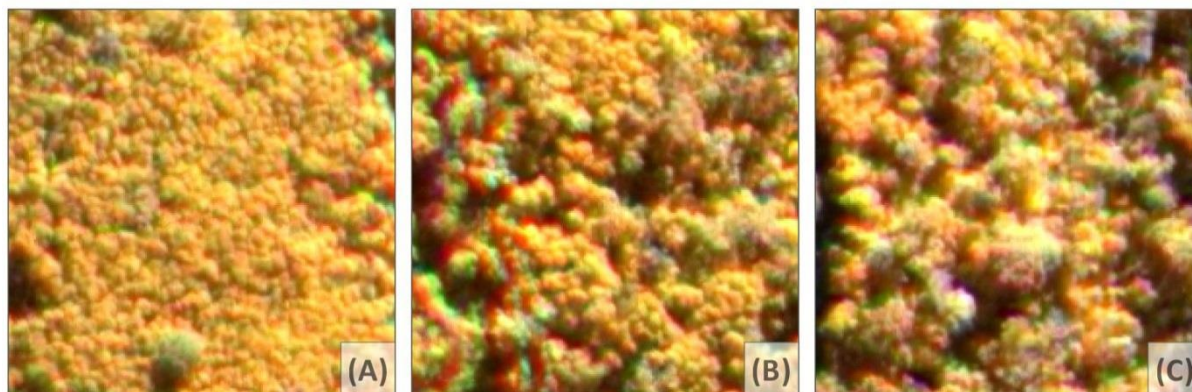
(Asteraceae) – popularmente conhecidas como vassourão-branco e vassourão-preto, respectivamente. Todas estas espécies são definidas como espécies pioneiras nativas por meio da Portaria Nº 51, do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2009), sendo também consideradas indicadoras do estágio inicial de regeneração para a Floresta Ombrófila Mista (CONAMA, 1994a). Devido à representatividade destas espécies em tais áreas, tal subtipologia foi denominada de “**Associação bracatinga/vassourão**”, para referir-se à floresta em estágio inicial de sucessão.

FIGURA 17 – RESPOSTA ESPECTRAL DAS ÁREAS EM ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.



A associação de bracatinga/vassourão pode ser observada em três conformações diferentes na área de estudo, de acordo com a densidade do agrupamento das espécies dominantes e a presença conjunta de indivíduos de outras espécies e/ou pertencentes a outros estágios sucessionais, muitos remanescentes de explorações anteriores, que aparecem entre os agrupamentos homogêneos característicos desta subtipologia. Na FIGURA 18 A, percebe-se a presença maciça das bracatingas, compondo um dossel quase único e com indivíduos remanescentes, ou de outras espécies, quase ausentes, da mesma maneira que apresentado na Figura 18; em comparação, a FIGURA 18 B apresenta um número considerável de indivíduos de outras espécies pioneiras que podem ser identificados entre os agrupamentos de bracatinga, em especial o vassourão-branco, ou árvores remanescentes de explorações passadas; o mesmo ocorrendo na (FIGURA 18 C), mas neste caso com maiores proporções de outras espécies, entremeadas pelos agrupamentos de bracatinga.

FIGURA 18 – ÁREA COM PRESENÇA DE VEGETAÇÃO EM ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL: AGRUPAMENTO DENSO DE *Mimosa scabrella* (A); AGRUPAMENTO DE *M. scabrella* COM INDIVÍDUOS DE OUTRAS ESPÉCIES PIONEIRAS (B); AGRUPAMENTO DE *M. scabrella* COM MUITOS INDIVÍDUOS DE OUTRAS ESPÉCIES (C).



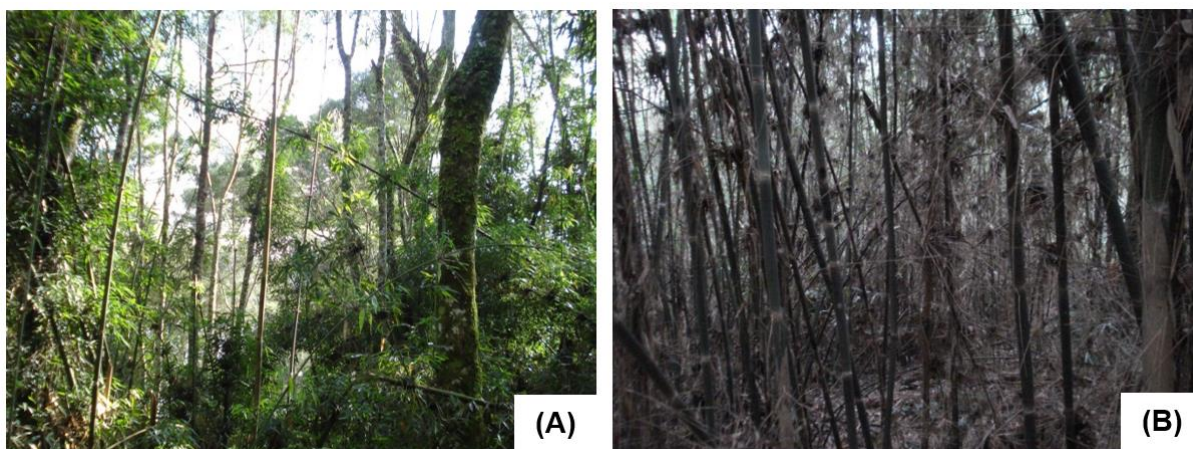
A espécie *P. angustifolia*, o vassourão-branco, é uma das melhores indicadoras da vegetação semidevastada no planalto sul brasileiro (CARVALHO, 1994), enquanto a *V. discolor*, o vassourão-preto, ocorre quase que exclusivamente em matas que sofreram interferência humana e em formações secundárias (MARQUES, 2007). Ainda, os bracatingais são formados, via de regra, quando ocorre o corte raso ou total da vegetação arbórea preexistente e onde existe um estoque de sementes no solo ou fontes primárias de propágulos capaz de ocupar rapidamente uma área abandonada (SANQUETTA; MATTEI, 2006).

Assim, as áreas aqui descritas correspondem às florestas que sofreram exploração madeireira intensa e/ou foram impactadas por incêndios florestais, o que reduziu fortemente seus níveis de biomassa e volume, bem como alterou significativamente a sua estrutura e composição florística. Tais alterações criaram condições para a dominância de espécies de taquara, de forma que o que se observa em campo são agrupamentos contínuos e densos desses indivíduos cobrindo o sub-bosque de tal subtipologia (FIGURA 19 B), entremeados por estas espécies pioneiras arbóreas que compõem um dossel aberto (FIGURA 19 A). A condição observada nesta subtipologia tem impacto direto na sucessão vegetal pelo fato de que, pela indisponibilidade de luz causada pelas taquaras, a regeneração de espécies arbóreas é dificultada.

Uma das espécies de taquara que mais se destaca na área de estudo, bem como no sub-bosque da Floresta com Araucária, de maneira geral, é *Merostachys skvortzovii* Send. (Poaceae), sendo comuns também indivíduos do gênero *Chusquea*

spp. (KELLERMANN, 2011). As áreas da floresta com menor densidade de copas e, consequentemente, maior incidência de luz, incluindo-se clareiras de origem natural, possuem as maiores concentrações de taquara (BECKERT *et al.*, 2014). A presença dessa espécie é constante em todas as subtipologias mapeadas dentro da Estação Experimental, mas principalmente nas áreas em estágio inicial de regeneração natural.

FIGURA 19 – ÁREAS EM ESTÁGIO SECUNDÁRIO INICIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL (A), COM PRESENÇA MASSIVA DE TAQUARA-LIXA EM SEU SUB-BOSQUE (B).



O monitoramento dos efeitos da ocupação da taquara mostra-a como inibidora do processo sucessional, de forma que seu estabelecimento torna o ambiente menos propício para o recrutamento de espécies, tanto de fases iniciais como tardias de sucessão, de acordo com o modelo sugerido por Connell e Slatyer (1977³, *apud* Kimmins, 2004). A grande densidade de taquaras, além de atuar como um vetor-chave de inibição do estabelecimento de plântulas arbóreas, dificultando os processos regenerativos, reduz o crescimento e acelera o processo de mortalidade de indivíduos já estabelecidos (SANQUETTA, 2007). Assim, caso as condições permaneçam inalteradas nestas áreas, a taquara tende a excluir ou suprimir as espécies subsequentes (KELLERMANN, 2011). A aplicação de tratamentos silviculturais, visando o controle destas espécies e o acompanhamento da regeneração natural, de forma a favorecer a evolução do processo sucessional para um estágio mais avançado torna-se essencial.

³ CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist**, v. 111, n. 982, p. 1119-1144, 1977.

5.1.2.2 Floresta em estágio médio de regeneração natural

Quando a floresta secundária se encontra em estágio intermediário de sucessão existe um gradiente de adaptação entre as espécies. Tais variações podem ser induzidas, ou por estágios mais avançados na sucessão de clareiras, ou pela ocupação de clareiras de porte bem menor (REIS, 1993). As espécies que ocupam este estágio podem ser caracterizadas como oportunistas – uma vez que conseguem sobreviver em condições de sombreamento, mas dependem de clareiras para iniciar o seu desenvolvimento (REIS, 1993). Estas espécies podem também ser divididas em secundárias iniciais, que apresentam crescimento rápido como as pioneiras, mas vivem mais tempo que estas; e secundárias tardias, que crescem de forma mais lenta, preferindo sombreamento quando jovens, mas que aceleram seu crescimento em busca de luminosidade entre as copas das árvores adultas, atingindo as porções mais altas da floresta (BLUM, 2008). Assim, as plantas secundárias são indicadoras dos estágios intermediários da sucessão vegetal.

A floresta neste estágio já apresenta uma diversidade biológica significativa, quando comparada à de estágio inicial, com cobertura arbórea também variando de aberta a fechada, mas com a ocorrência eventual de indivíduos emergentes, podendo constituir estratos diferenciados (CONAMA, 1993). Em alguns casos, ainda é possível observar algumas espécies com distribuição agregada, porém, a textura revela um indício de heterogeneidade (CINTRA, 2007), onde se observa a formação de mais de um estrato. Tal heterogeneidade pode ser visualizada não só no que compete a este elemento, mas também na resposta espectral, apresentando tons que vão do vermelho ao roxo, no caso da composição NRG, e variando do amarelo para diferentes tons de cinza na composição N2REG (FIGURA 20).

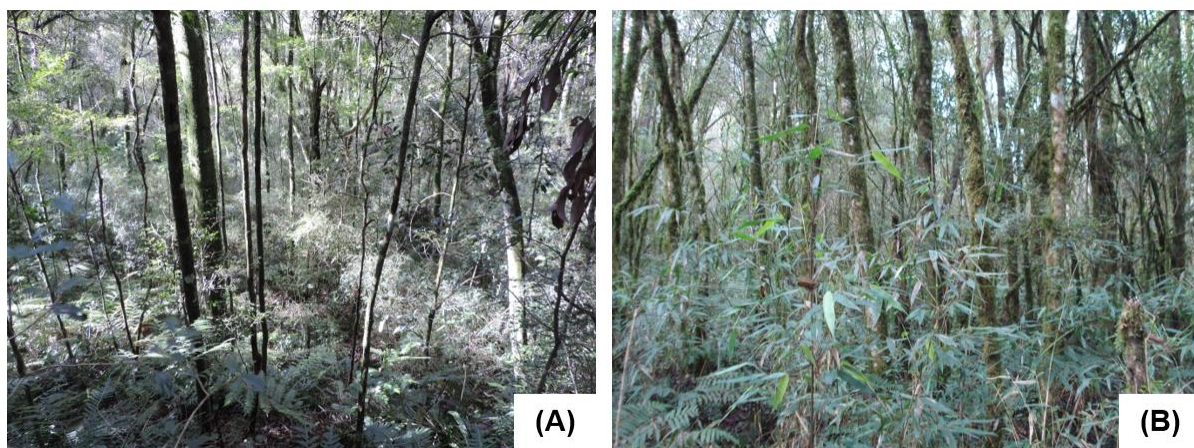
Dados do inventário da área de estudo (RIVERA, 2007) e observações em campo mostram a predominância de *Cupania vernalis* Cambess. (Sapindaceae) e *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (Lauraceae) – popularmente conhecidas como camboatá-vermelho e canela-guaicá, respectivamente, além de outras canelas, classificadas como espécies indicadoras do estágio médio de regeneração natural pelas Resoluções do Conama Nº 4 e 2, de 1994 (CONAMA, 1944ab). Para descrever a subtipologia presente nessas áreas foi criada a denominação “**Associação camboatá/canelas**” em referência à floresta em estágio médio de regeneração natural (FIGURA 21 A).

Nestas áreas a regeneração natural ocorre com alta riqueza de espécies, embora o desenvolvimento das mudas seja severamente reduzido quando o sub-bosque é dominado pela taquara (FIGURA 21 B), o que ocorre com certa frequência. A estrutura desta subtipologia permite a aplicação de métodos da silvicultura clássica para melhorar a sua composição e otimizar a produção de biomassa.

FIGURA 20 – RESPOSTA ESPECTRAL DAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO EM ESTÁGIO INTERMEDIÁRIO DE REGENERAÇÃO, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.



FIGURA 21 – ÁREAS EM ESTÁGIO INTERMEDIÁRIO DE REGENERAÇÃO NATURAL – SUBTIPOLOGIA “ASSOCIAÇÃO CAMBOATÁ/CANELAS” – SEM A PRESENÇA DE TAQUARA (A) E COM A PRESENÇA DE TAQUARA EM SEU SUB-BOSQUE (B).



5.1.2.3 Floresta em estágio avançado de regeneração natural

A vegetação em estágio avançado de regeneração natural apresenta fisionomia arbórea dominante sobre as demais, formando um dossel fechado e relativamente uniforme no porte, podendo também apresentar árvores emergentes;

em questão de diversidade biológica, esta é muito grande, devido à complexidade estrutural, com presença de espécies emergentes, ocorrendo em diferentes graus de intensidade (CONAMA, 1993). Neste estágio de regeneração as espécies climácicas, aquelas adaptadas a germinar e crescer dentro da floresta estruturada pelos diversos estratos, com característica ciófita quando jovem, e heliófita quando adulta (REIS, 1993), caracterizam esta fase da sucessão florestal.

As formações secundárias são, muitas vezes, confundidas com florestas primárias, devido aos métodos de avaliação empregados, em que as aerofotografias ou imagens de satélites são o principal instrumento de análise – pois tais métodos não permitem diferenciações quantitativas. No entanto, a ocorrência de um número muito menor de espécies dentro das florestas secundárias mostra que, apesar da função florestal de cobertura do solo ter sido recuperada, os processos dinâmicos internos ainda ocorrem em escala bem menor do que nas florestas climácicas (REIS, 1993).

Assim, na Estação Experimental da Embrapa são distinguíveis três subtipologias para a floresta secundária em grau avançado de regeneração natural – **“Canelas”**; **“Baixa densidade de araucária”** e; **“Predominância de araucária”** –, descritas na sequência.

5.1.2.3.1 Canelas

No caso desta subtipologia, a textura se torna mais rugosa e não há mais sinais de dominância de espécies com distribuição agregada, ou seja, a textura é muito heterogênea, com padrão espectral bastante variado, o que revela um aumento na diversidade (CINTRA, 2007). Analisando-se a composição NRG, é possível perceber uma coloração mesclada, variando de vermelho escuro a médio, com pontos em tons de azul e roxo, apresentando textura grosseira; a mesma variação e textura ocorrem na composição N2REG, com tons de marrom claro a amarelo (FIGURA 22), também com pontos azuis, possivelmente caracterizando alguma espécie em floração no momento em que o imageamento foi realizado. Além disso, na imagem pancromática é possível perceber quão mais escura torna-se a resposta espectral para a referida subtipologia em comparação às anteriormente descritas e em menor grau de desenvolvimento na escala sucessional.

FIGURA 22 – RESPOSTA ESPECTRAL DAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO, COM PREDOMINÂNCIA DE CANELAS, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.

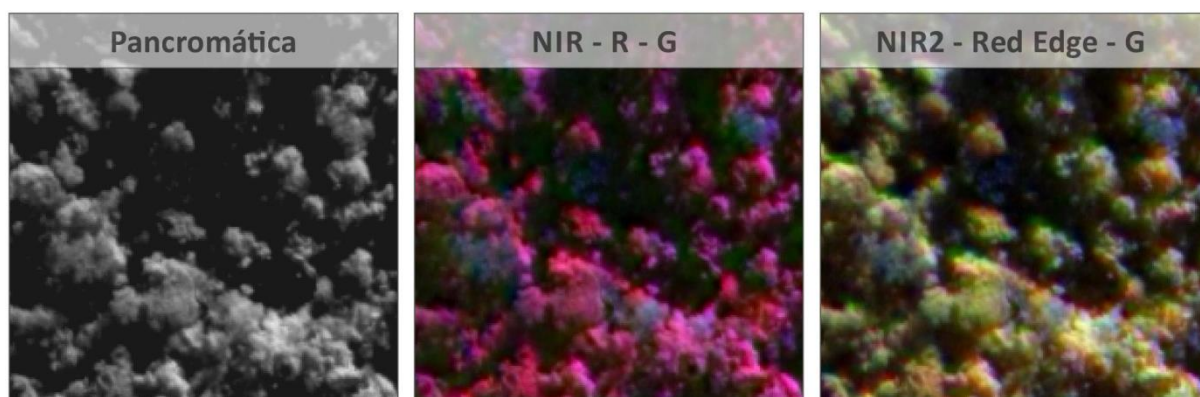


FIGURA 23 – ÁREAS EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO NATURAL – SUBTIPOLOGIA “CANELAS” (A) (B) – COM PRESENÇA DE *Dicksonia sellowiana* (C) E GRAMÍNEAS (D) NO SUB-BOSQUE.



A subtipologia denominada “**Canelas**” (FIGURA 23 A e B) corresponde às áreas de ocorrência de exemplares remanescentes da espécie *Ocotea porosa* (Ness) Barroso (Lauraceae), a imbuia, bem como outras do mesmo gênero, dentre elas *O.*

pulchella (Nees) Mez (canela-lageana) – advindo daí a denominação para esta subtipologia. A imbuia, além de representar uma das espécies indicadoras do estágio avançado de regeneração (CONAMA, 1994a), por ser uma espécie clímax, ocupa o segundo andar do dossel, formando às vezes populações densas, os chamados “imbuiais” (CARVALHO, 1994).

Em seu sub-bosque, dentro da área de estudo, podem ser encontradas tanto populações de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), popularmente conhecida como xaxim, formações de gramíneas (FIGURA 23 C e D respectivamente), bem como a presença da taquara em algumas outras áreas.

5.1.2.3.2 Predominância de araucária

Algumas florestas em estágio avançado de regeneração natural podem apresentar fisionomia semelhante à vegetação primária (CONAMA, 1993), como já foi citado anteriormente; isto é o que ocorre neste caso, ao observar-se o dossel fechado e uniforme no porte, devido à completa dominância da espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. No entanto, devido ao histórico de exploração da área, corroborado por dados de inventário (RIVERA, 2007; BECKERT *et al.*, 2014), e observações em campo para apoio ao mapeamento, sabe-se que toda a área florestal da EEEC sofreu influência antrópica no passado, podendo-se dizer que a subtipologia aqui denominada “**Predominância de araucária**” é uma floresta secundária, mas com características primárias, devido ao elevado número de árvores remanescentes.

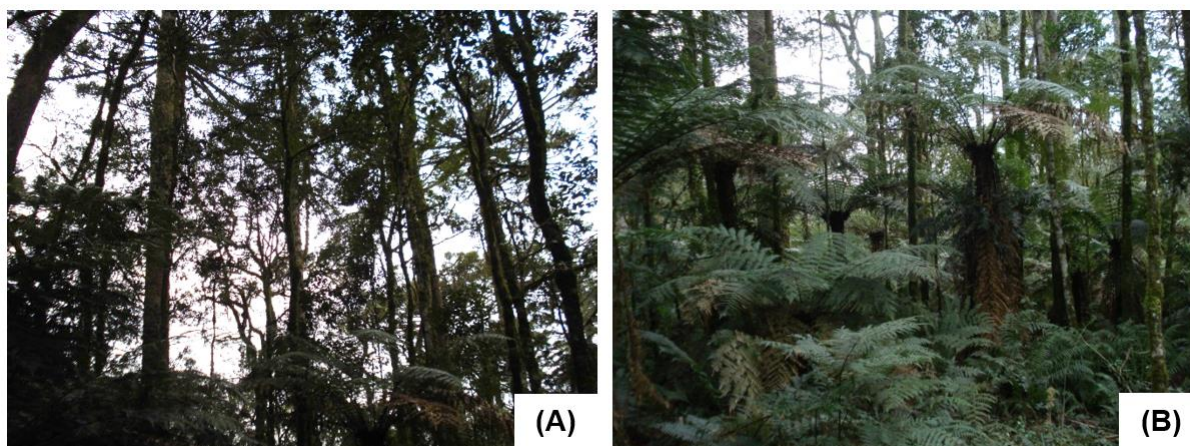
A resposta espectral, nesse caso, é mais homogênea quando comparada às demais classes em estágio avançado de regeneração, devido à preponderância da araucária no dossel da floresta, que proporciona uma textura rugosa para a imagem, originada pelo padrão bastante característico formado pelas copas da espécie dominante (FIGURA 24).

Além da *A. angustifolia* (FIGURA 25 A), constata-se nessas áreas a participação de *Prunus brasiliensis* (Cham. & Schltdl.) (Rosaceae) e novamente a *Cupania vernalis* (RIVERA, 2007) – popularmente conhecidas como pessegueiro-bravo e camboatá-vermelho, respectivamente, que, apesar de serem espécies heliófitas, também são mesófitas e seletivas higrófitas, razão pela qual se adaptam bem a diferentes condições de cobertura, ocorrendo tanto no interior de matas primárias como em todos os estágios das formações secundárias (LORENZI, 1992).

FIGURA 24 – RESPOSTA ESPECTRAL DAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO, COM PREDOMINÂNCIA DE ARAUCÁRIA, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.



FIGURA 25 – ÁREAS EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO NATURAL – SUBTIPOLOGIA “PREDOMINÂNCIA DE ARAUCÁRIA” (A) – COM PRESENÇA DE *Dicksonia sellowiana* NO SUB-BOSQUE (B).



No sub-bosque desta subtipologia é abundante a presença da espécie *Dicksonia sellowiana* (FIGURA 25 B). As condições de subdossel e de maior sombreamento, encontradas nessa subtipologia, bem como a proximidade de locais úmidos, propiciam condições favoráveis para esta espécie se desenvolver (MANTOVANI, 2004). Além disso, sua ocorrência também pode estar relacionada a uma maior acidez do solo. Mantovani (2004) amostrou nove áreas diferentes com populações remanescentes de *D. sellowiana* no estado de Santa Catarina, encontrando uma variação de 4,2 a 4,8 para o pH do solo nessas áreas.

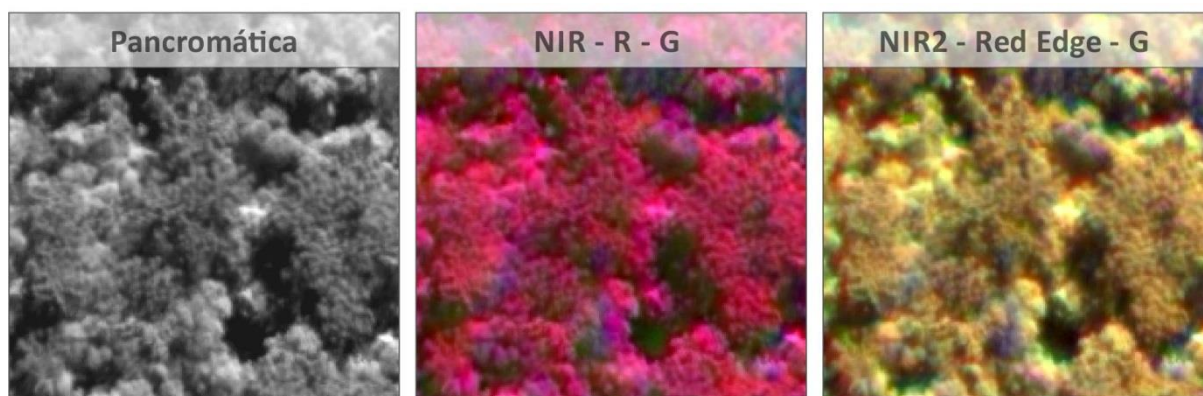
Observa-se também em algumas destas áreas uma densa cobertura de gramíneas, incluindo-se *Merostachys* sp. (taquara), que podem inviabilizar o estabelecimento de regeneração natural da espécie. Isto, aliado ao fato de que nesta

subtipologia o dossel apresenta maior densidade, já com inúmeros indivíduos senis da espécie, mas que, por seu ciclo de vida, permanecem por longos períodos na floresta e acabam impedindo a sua própria regeneração, sugere a necessidade de aplicação de intervenções silviculturais que visem à perpetuação da *A. angustifolia*.

5.1.2.3.3 Baixa densidade de araucária

No caso da subtipologia denominada “**Baixa densidade de araucária**”, é possível distinguir na imagem satelitária a presença de dois estratos: um superior, formado pela presença de vários indivíduos de *Araucaria angustifolia*, mas que ocorre de forma mais esparsa, quando comparado à classe anteriormente descrita; e o outro com resposta espectral similar ao visualizado na subtipologia “Canelas”, de forma que é possível notar neste conjunto pontos de coloração vermelho-escuro (NRG)/ marrom-escuro (N2REG), de feição rugosa, e uma base em tons mais claros, com pequenas mesclas em azul (FIGURA 26).

FIGURA 26 – RESPOSTA ESPECTRAL DAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO, COM PRESENÇA DE ARAUCÁRIA EM BAIXA DENSIDADE, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.



Nesse caso, o dossel com menor densidade de pinheiros, portanto, mais aberto, oferece, em princípio, condições para a regeneração desta floresta. Porém a regeneração é inexistente em algumas áreas, por haver uma cobertura densa de taquaras no sub-bosque. Isso indica que, no passado, essa subtipologia sofreu uma exploração seletiva, dando oportunidade para o desenvolvimento massivo da taquara

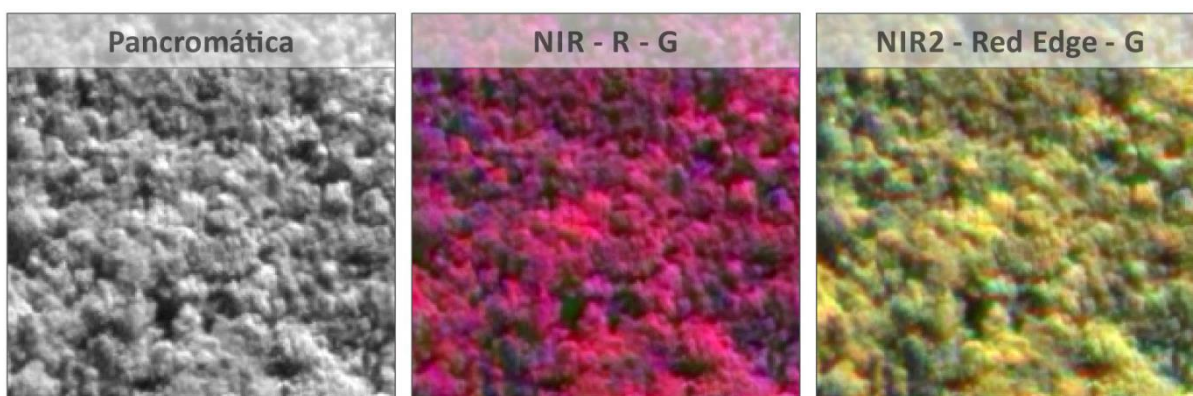
nessas áreas que à primeira vista aparentam ser cobertas por florestas primárias, assim como no caso anteriormente relatado.

Embora a situação descrita demande intervenções na floresta, assim como no caso da subtipologia com predominância de araucária, impedimentos de ordem legal e políticos inviabilizam seu manejo. Estas subtipologias correm o risco clássico de, ao não ser manejadas, acabarem por ser abandonadas, com potencial risco de degradação gradativa de sua estrutura e composição florística, consequência de alterações anteriores, como desmatamento e queimadas, ou processos atuais, como fragmentação e invasão de espécies.

5.1.2.4 Vegetação com estágio de regeneração natural não definido

A subtipologia denominada “**Vegetação de solos úmidos**” não está associada a nenhum estágio sucessional, por não ser possível definir seu nível de desenvolvimento somente pela resposta espectral obtida pelo sensor *WorldView-2*. Na imagem satelitária, tais áreas são identificadas devido à coloração mesclada em tons de azul e cinza com textura fina, mais facilmente identificada na composição N2REG (FIGURA 27).

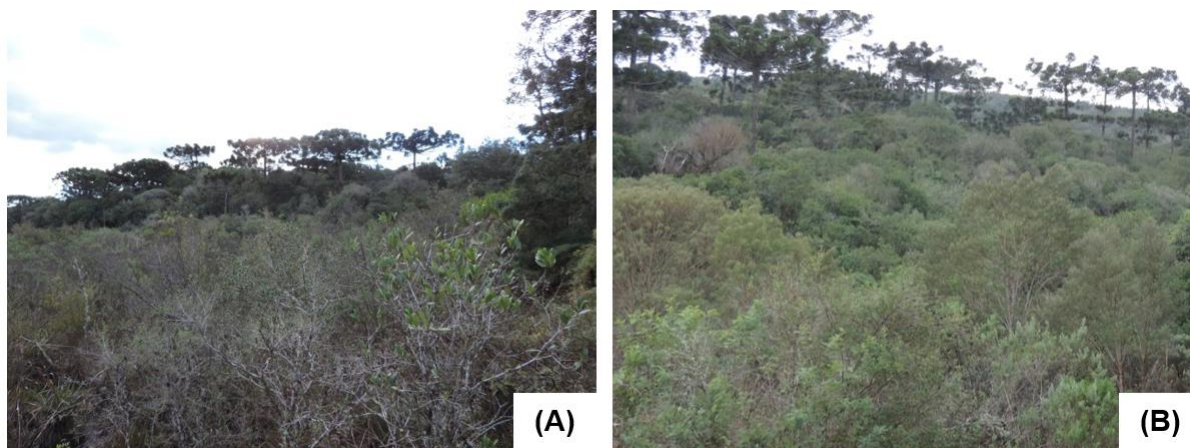
FIGURA 27 – RESPOSTA ESPECTRAL DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ÁREAS ÚMIDAS, COM ESTÁGIO DE REGENERAÇÃO NÃO DEFINIDO, NA IMAGEM PANCROMÁTICA E NAS COMPOSIÇÕES NRG E N2REG.



Apesar da influência da umidade sobre a vegetação nessas áreas, a resposta espectral da água não exerce grande influência nessas regiões (DLUGOSZ, 2005). Essas são áreas com características próprias de vegetação arbustiva (FIGURA 28 A

e B) que se desenvolve sobre solos com umidade elevada, onde o afloramento do lençol freático e o nível de hidromorfismo não são extremos (KURASZ, 2005).

FIGURA 28 – ÁREAS COM ESTÁGIO DE REGENERAÇÃO NATURAL NÃO DEFINIDO – SUBTIPOLOGIA “VEGETAÇÃO DE SOLOS ÚMIDOS” (A) (B).



5.1.2.5 Outros tipos de uso e cobertura da terra

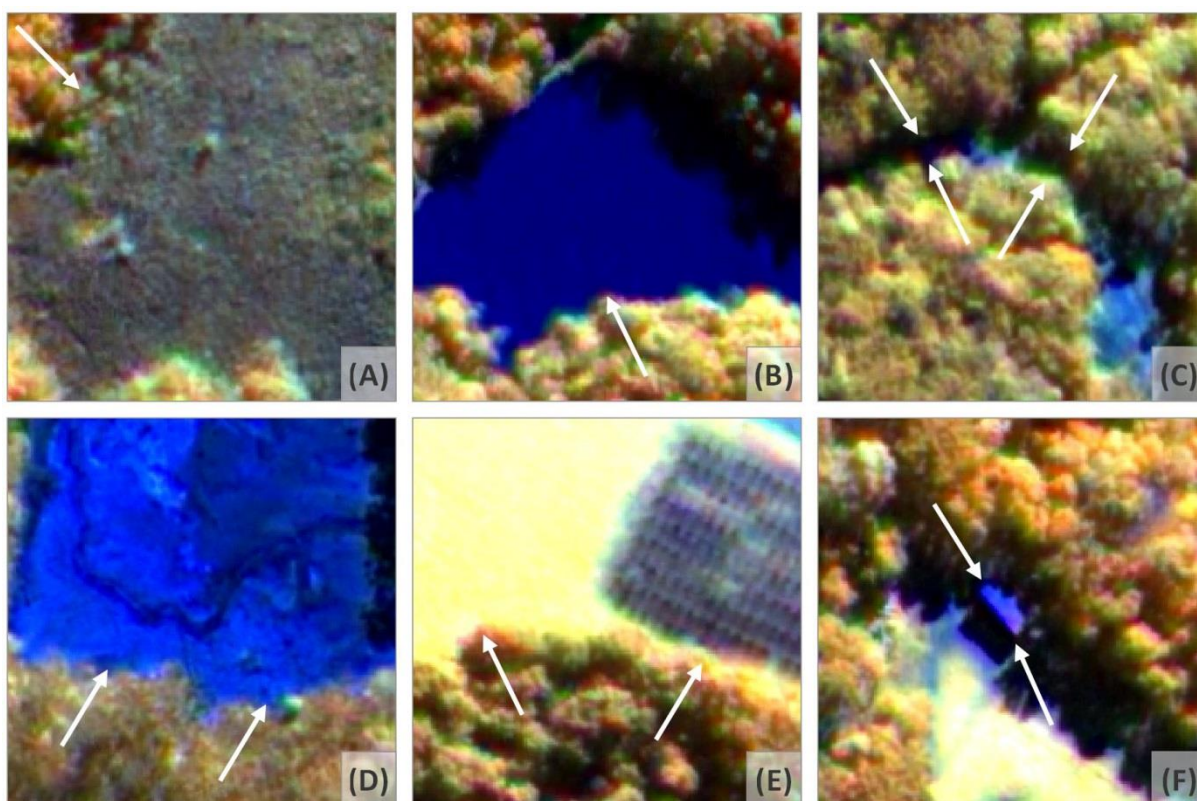
Para descrever outros tipos de uso e cobertura da terra, além das diferentes subtipologias da vegetação anteriormente citadas, foram criadas as seguintes classes: **“Várzea”**; **“Corpos d’água”**; **“Estradas”**; **“Solo exposto”**; **“Agricultura/fruticultura”**; **“Galpão”** (FIGURA 29).

As áreas cujo uso da terra foi classificado como **“Várzea”** dizem respeito a locais com presença de vegetação herbácea e com nível extremo de hidromorfismo, causado pelo afloramento do lençol freático – o que influencia de maneira direta na resposta espectral da imagem que apresenta coloração azul acinzentada e textura fina (N2REG) (FIGURA 29 A), permitindo facilmente a sua diferenciação em relação às demais classes. As áreas compostas pela presença de **“Corpos d’água”** também são facilmente identificáveis, devido à coloração azul escura e textura lisa (FIGURA 29 B).

Para as classes denominadas **“Estradas”** e **“Solo exposto”** (FIGURA 29 C e D, respectivamente) a resposta espectral obtida é a mesma, em tons mesclados de azul escuro e textura fina, sendo diferenciadas devido ao padrão linear apresentado pelas estradas. Em contrapartida, as áreas com presença de **“Agricultura/fruticultura”** apresentaram comportamentos diferentes, dependendo do

cultivo presente na área: coloração amarela – áreas com culturas anuais, de distribuição rasteira –, ou acinzentada – pomares de maçã e pera –, e textura sempre fina (FIGURA 29 E). Também foi incluída no mapeamento uma classe denominada “**Galpão**” (FIGURA 29 F), em referência à única área construída dentro da EEEEC.

FIGURA 29 – RESPOSTA ESPECTRAL DE DIFERENTES USOS DO SOLO NA COMPOSIÇÃO N2REG: ÁREAS DE VÁRZEA (A); CORPOS D'ÁGUA (B); ESTRADA (C); SOLO EXPOSTO (D); AGRICULTURA/FRUTICULTURA (E); GALPÃO (F).



5.1.2.6 Observações gerais sobre o mapeamento

No total foram mapeados 248 polígonos distribuídos entre todas as subtipologias definidas para a Estação Experimental (TABELA 1). O maior número de polígonos pertencentes a uma única subtipologia foi mapeado para a “Associação bracatinga/vassourão”, um total de 50 polígonos, cobrindo uma área de 151,3 hectares, concentrados principalmente na região Leste da EEEEC, como pode ser visto na FIGURA 30; esta foi a área que mais sofreu exploração no passado, encontrando-se, ainda, estagnada em estágio inicial de sucessão natural.

TABELA 1 – QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES MAPEADAS PARA A ÁREA DE ESTUDO.

ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO	SUBTIPOLOGIA	Nº DE POLÍGONOS	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Inicial	Associação bracatinga/vassourão	50	151,35	12,64
Médio	Associação camboatá/canelas	39	169,67	14,17
Avançado	Predominância de araucária	28	174,83	14,60
	Baixa densidade de araucária	32	177,93	14,86
	Canelas	28	453,89	37,92
Outros	Agricultura/Fruticultura	6	28,22	2,36
	Vegetação de solos úmidos	23	24,12	2,02
	Várzea	33	10,01	0,84
	Estrada	2	4,50	0,38
	Solo exposto	4	1,33	0,11
	Lago	2	1,18	0,10
	Galpão	1	0,01	0,00
TOTAL		248	1.197	100

Apesar do maior número de polígonos representado pela subtipologia pertencente ao estágio inicial de regeneração natural, a classe que ocupa a maior porção da área de estudo é a subtipologia “Canelas”, estendendo-se por 453,9 hectares (quase 40% da área total da EEEC), dentro de apenas 28 polígonos. Esta, juntamente com as outras classes pertencentes ao estágio de sucessão avançado, cobre quase 70% da área de estudo. Sua dominância fica evidente ao se observar a FIGURA 31, onde os estágios sucessionais foram identificados de acordo com a presença de espécies e/ou grupo de espécies indicadoras de sucessão.

Outras classes mapeadas, onde o estágio sucessional não foi aplicado, contemplaram uma área de aproximadamente 70 hectares, onde a maior ocupação foi relativa às áreas de “Agricultura/fruticultura” e por “Vegetação de solos úmidos”; o maior número de polígonos foi gerado para as áreas de “Várzea”.

5.1.3 Talhonamento

Cada talhão gerado a partir dos cruzamentos, e posterior processo de agrupamento com fins operacionais, recebeu um código alfanumérico único e exclusivo, derivado da sigla da unidade silvicultural (FA, FE, FD ou SU) juntamente

FIGURA 30 – MAPA TEMÁTICO DAS SUBTIPOLOGIAS FLORESTAIS PARA A ÁREA DE ESTUDO, OBTIDO POR MEIO DE INTERPRETAÇÃO VISUAL.

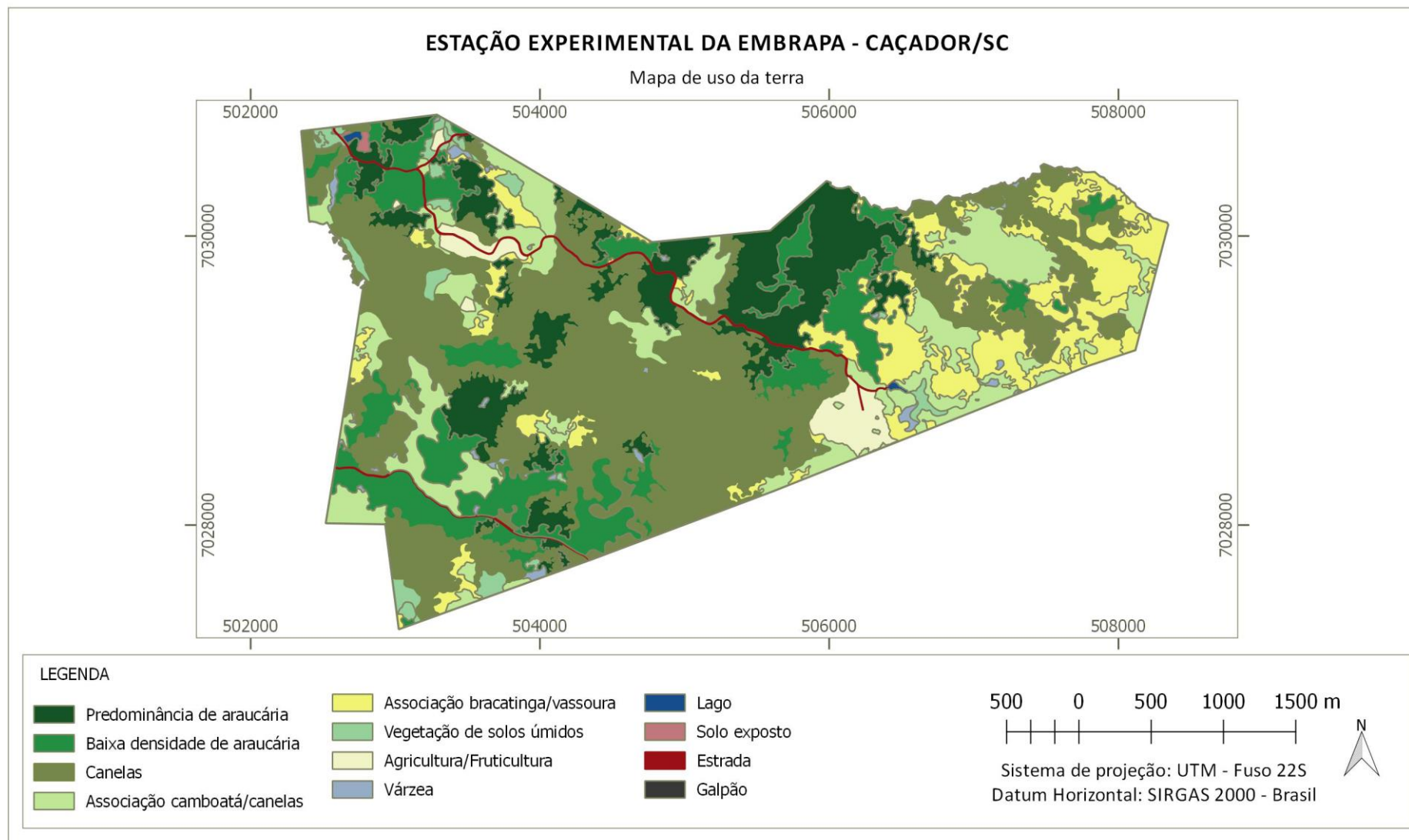
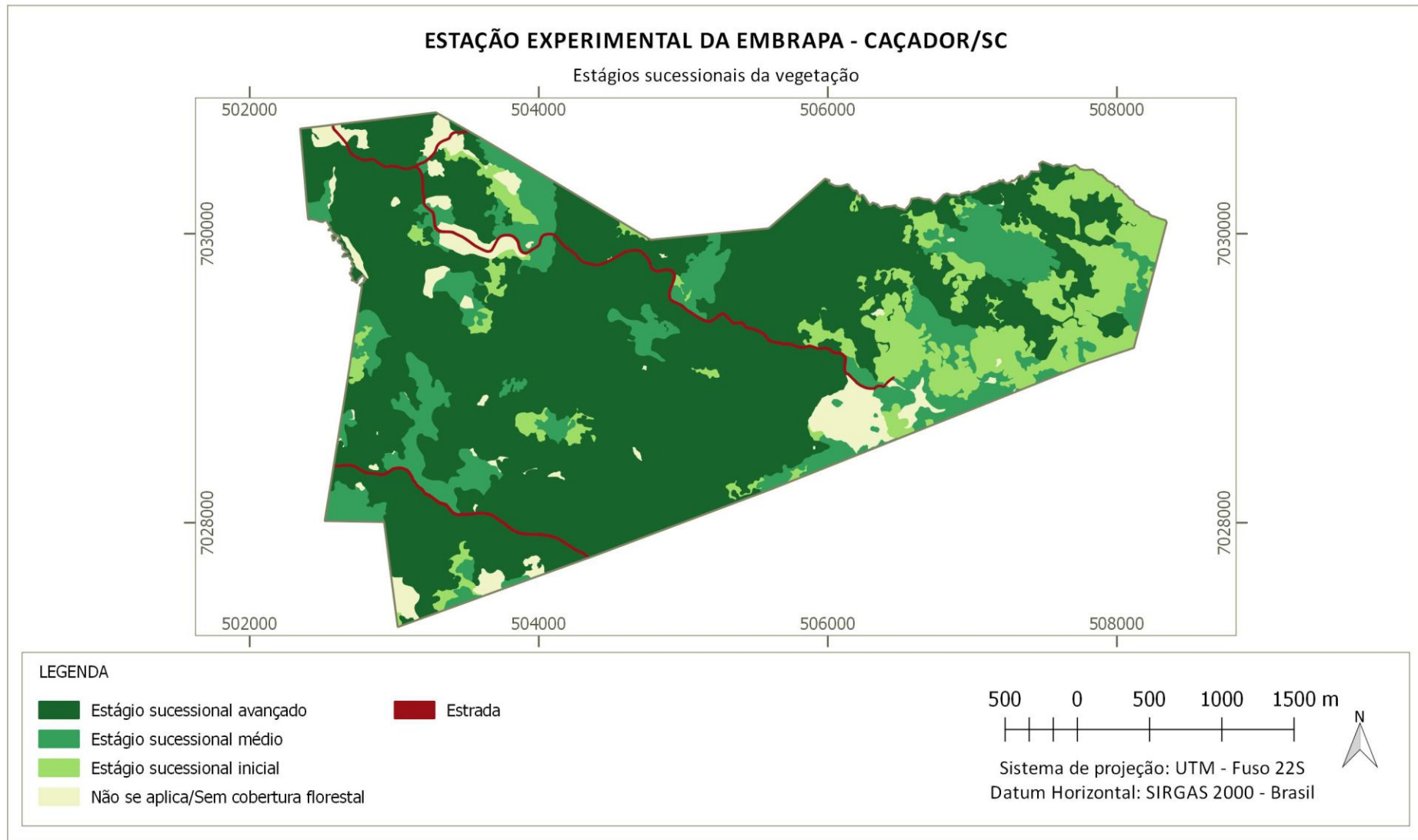


FIGURA 31 – MAPA TEMÁTICO DOS ESTÁGIOS SUCESSIONAIS DA VEGETAÇÃO PARA A ÁREA DE ESTUDO OBTIDO POR MEIO DE ESPÉCIES CARACTERÍSTICAS.



com o número de talhões para cada US – assim, talhões definidos pela unidade silvicultural FA (floresta com araucária) serão denominados com esta sigla acompanhada do número do talhão (1 até n), por exemplo. No caso de talhões especiais, correspondentes às zonas de uso restrito, o processo de nomenclatura deu-se da mesma maneira, adotando-se as siglas APP (áreas de proteção permanente) e PE (parcelas experimentais) para as áreas com restrições legais e operacionais de uso, respectivamente.

O talhonamento gerou 252 talhões – 168 referentes às áreas passíveis de manejo e 83 dentro das zonas de uso restrito. A US com maior número de talhões foi a FE, abrangendo 76 talhões, com superfície total de aproximadamente 440 hectares, correspondentes a quase 37% da superfície da área de estudo. Em seguida aparece a Unidade Silvicultural FA, com 60 talhões, ocupando mais de 23% da superfície total mapeada.

Na TABELA 2 é apresentada a relação do número de talhões para cada US e sua respectiva área:

TABELA 2 – UNIDADES SILVICULTURAIS E ZONAS COM RESTRIÇÃO DE USO DEFINIDAS PARA A ÁREA DE ESTUDO E SUAS RESPECTIVAS SUPERFÍCIES E NÚMERO DE TALHÕES.

UNIDADE SILVICULTURAL (US)	NUM. DE TALHÕES	ÁREA	
		TOTAL (ha)	(%)
Floresta com araucária (FA)	60	284,44	23,76
Floresta estruturada (FE)	76	441,32	36,87
Floresta degradada (FD)	26	133,84	11,18
Vegetação de solos úmidos (SU)	6	9,13	0,76
Subtotal	168	868,73	72,58
Zonas com restrição legal de uso	23	278,35	23,25
Zonas com restrição operacional de uso	60	44,22	3,69
Subtotal	83	322,57	26,95
Outros (estradas/área construída)	-	5,70	0,48
TOTAL	251	1.197	100

5.2 DEFINIÇÃO DE TÉCNICAS SILVICULTURAIS GERAIS POR UNIDADE SILVICULTURAL (US)

5.2.1 Proposição de tratamentos silviculturais gerais por unidade silvicultural

A vegetação presente na Estação Experimental da Embrapa, em Caçador, apresenta uma grande diversidade de espécies e estruturas florestais, como pode ser visto no item 5.1.2 – referente à descrição de cada subtipologia mapeada para a área de estudo. Essa informação traduziu-se na existência de numerosos talhões e seu respectivo agrupamento dentro de grupos fisionômicos, as unidades silviculturais (US). Para cada US definiu-se um regime silvicultural geral, que posteriormente poderá desdobrar-se no modelo de gestão de cada talhão especificamente, com base em suas características particulares. O QUADRO 4, apresentado na sequência, contém o resumo dos regimes silviculturais propostos para cada unidade silvicultural presente na área de estudo:

QUADRO 4 – UNIDADES SILVICULTURAIS PROPOSTAS E RESPECTIVOS REGIMES GERAIS DE MANEJO.

US	TIPO DE TALHÃO (SUBTIPOLOGIAS)	OBJETIVO DO MANEJO	REGIME SILVICULTURAL GERAL
FA	Predominância de araucária	Manutenção do ecossistema, mantendo-se uma proporção entre o número de indivíduos presentes nas classes diamétricas sucessivas: floresta regulada (produção sustentável).	Remoção de exemplares senis ou com problemas fitossanitários; Intervenção por meio do método de seleção com aproveitamento comercial; Controle da taquara. Monitoramento da regeneração natural.
	Baixa densidade de araucária		
FE	Canelas	Preparação da floresta para a futura produção de produtos e serviços.	Cortes de melhoramento ; Controle da taquara; Plantios de adensamento e enriquecimento, visando o desenvolvimento do sistema para a produção de madeira e subprodutos (produtos não madeireiros).
	Associação camboatá/canelas		
FD	Associação bracatinga/vassourão	Restauração do ecossistema.	Limpeza para o controle da taquara; Manejo da espécie <i>Mimosa scabrella</i> por meio do raleio ; Intensificação do uso de sistemas de recomposição; Enriquecimento.
SU	Vegetação de solos úmidos	Serviços ambientais. Sem ações de manejo propostas no momento.	Proteção. Sem regime proposto no momento.

Onde: FA= Floresta com presença de araucária; FE = Floresta estruturada; FD = Floresta degradada; SU = Vegetação de solos úmidos.

5.2.1.1 Tratamento proposto para a floresta com presença de araucária (FA)

As áreas com presença de *A. angustifolia* encontram-se em estágio avançado de desenvolvimento, com estrutura próxima à de uma floresta primária, onde podem ser encontrados diversos indivíduos senis, e também com características sanitárias indesejáveis, apresentando podridão no tronco. Tendo em vista que os dados do inventário realizado no ano de 2006 por Rivera (2007) mostraram que mais de 4% dos indivíduos por hectare apresentam tronco comprometido por podridão dentro desta US, propõe-se um **corte sanitário/aproveitamento** destas árvores.

O objetivo principal do **corte de aproveitamento** é promover a extração de material comercial antes de sua inviabilização, quer seja proveniente de árvores mortas, quer seja de árvores comprometidas pela ação de fungos apodrecedores. Em outros casos, o denominado **corte sanitário**, tem como objetivo eliminar árvores atacadas por insetos ou fungos, visando evitar que tais pragas se propaguem para outras árvores (ALONSO, 1996). No entanto, tais cortes são indicados apenas quando o produto originado desta intervenção pode, no mínimo, cobrir os custos da operação, ou quando as árvores afetadas representam algum perigo para a produção futura do povoamento – podendo atingir árvores de interesse, por exemplo. Sendo assim, deve-se analisar a situação de cada árvore em campo, determinando qual volume de madeira comercializável será retirado e se este é suficiente para arcar com os custos da operação, visando também alguma margem de lucro. Indivíduos com características indesejáveis, cujo valor da operação for maior do que o valor do produto a ser obtido, e que não representam risco para as árvores futuro, não devem ser retirados – uma vez que, além da operação gerar prejuízo, tais árvores cumprem seu papel ecológico dentro da floresta, não conflitando com os objetivos do manejo.

Os dados das parcelas permanentes (2004 – 2013) indicam que, para esta US existem cerca de 184 árvores por hectare, dos quais 56 pertencem à espécie *A. angustifolia*, totalizando uma área basal média de 41,45 m².ha⁻¹. A variável área basal, nesse caso, indica que a floresta já atingiu seu clímax, e encontra-se em fase de estagnação do crescimento, fato esse corroborado por Beckert (2015), que constatou redução média constante para esta variável, bem como índices de mortalidade que superam o recrutamento de indivíduos na área (dentro de um período de nove anos).

Em outros trabalhos realizados na Floresta Ombrófila Mista percebe-se que os valores supracitados se encontram dentro da variação já encontrada em diferentes

remanescentes. Barth Filho (2002) encontrou uma área basal de $25,71 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ na região de General Carneiro, no estado do Paraná, com cerca de 440 árvores. ha^{-1} . Por outro lado, Ribeiro (2004), em São Francisco de Paula, no Rio Grande do Sul, encontrou uma área basal maior do que a da Estação Experimental de Caçador, com $45,69 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, porém com aproximadamente 852 árvores por unidade de área. É importante ressaltar que qualquer comparação demanda de maiores informações a respeito das intervenções aplicadas no passado em cada fragmento estudado e de muitos outros fatores que podem estar influenciando as diferenças detectadas (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2010).

No entanto, tais comparações confirmam que a floresta presente nesta US, na área de estudo, já atingiu seu ápice de produtividade, apresentando agora, em sua maioria, poucos indivíduos e de grandes dimensões, sendo necessárias ações de manejo visando a manutenção desta floresta em um estado produtivo e sustentável.

No caso de florestas mistas, que serão manejadas pela primeira vez – situação em que se encaixa a referida US – pode ser necessária aplicação de cortes de liberação. Entretanto, como se propõe a remoção de indivíduos com problemas fitossanitários, deve-se atentar para o nível de abertura do dossel, que não pode ser muito intenso, além do cuidado na derrubada das árvores de grande porte, para minimizar os danos que poderão ser causados aos indivíduos remanescentes, principalmente aos de interesse para o manejo.

Neste grupo de talhões acredita-se que o **sistema silvicultural de seleção** seja uma alternativa potencial a ser empregada para estas subtipologias da Floresta Ombrófila Mista (CRUZ, 2005), pois é especialmente indicado para estrutura de floresta alta multiânea (ROSOT, 2007). Tal sistema enquadra-se na categoria de sistemas de regeneração, cujo objetivo é reproduzir povoamentos formados por espécies secundárias tardias ou clímax, portanto, capazes de permanecer à sombra por longos períodos, até que se apresente oportunidade para seu desenvolvimento (McEVOY, 2004). Assim, esse sistema caracteriza-se pela seleção de plantas de modo que haja uma série contínua de classes de idade na floresta e um contínuo recrutamento, advindo da regeneração natural.

No referido sistema preveem-se retiradas periódicas de produtos por unidade silvicultural, ou talhão, nas várias classes de idade, mantendo-se uma proporção entre o número de indivíduos presentes nas classes diamétricas sucessivas, além de se efetuar tratamentos que privilegiam a regeneração das espécies de interesse

(SCOLFORO, 1997). Longhi (2011) constatou que, para essa subtipologia da Floresta Ombrófila Mista, cortes seletivos leves e frequentes são mais aconselhados, pois assim se consegue maior controle e manipulação da floresta, sendo possível a condução da composição de espécies de interesse e, com isso, mantendo uma produção a níveis aceitáveis, sem comprometer a sustentabilidade do recurso florestal.

Sendo assim, para esta US, recomenda-se o **corte seletivo de 20% da área basal, por classe de DAP** acima de 40 cm para os indivíduos de *A. angustifolia* e de 20% da área basal por classe de DAP das demais espécies. O percentual de corte adotado para as folhosas pode e deve ser revisto baseado nos danos observados após a remoção das araucárias, em especial as de maiores dimensões, de forma que, no caso de os danos serem inferiores a 20% deve-se retirar indivíduos até que o total explorado seja igual a 20% da área basal total das folhosas.

Comparando diferentes percentuais de exploração (20, 30 a 40, e 50 a 60%), em uma Floresta de Araucária, Longhi (2011) constatou maiores índices de recuperação no tratamento com remoção de 20% da área basal, principalmente nas classes iniciais de DAP, que representam o futuro da floresta; verificou, também, neste mesmo tratamento, os maiores incrementos periódicos anuais (IPA) tanto em área basal quanto em volume. Com este percentual de remoção o autor afirmou que o ciclo de regeneração para a recuperação do estoque inicial em volume é de oito anos.

No ensaio realizado por esse autor o tratamento testemunha (sem intervenções silviculturais) apresentou as mesmas características que a floresta da Estação Experimental da Embrapa, em Caçador, apresenta hoje: um decréscimo de indivíduos, com taxas maiores para mortalidade do que para o recrutamento, ressaltando a necessidade de intervenções, uma vez que estes fragmentos possivelmente estão superestocados, ou seja, a floresta encontra-se sob concorrência, o que ocasiona a sucumbência dos indivíduos que estão nos estratos inferiores, quer seja por falta de luz ou nutrientes (LONGHI, 2011).

Adicionalmente, a aplicação de qualquer ação que ocasione a abertura do dossel na EEEC deve vir acompanhada de **ações de controle e remoção da taquara**, que pode estar associada como espécie inibidora do crescimento da regeneração natural na Floresta Ombrófila Mista.

Recomenda-se, então, para este grupo de talhões, o **monitoramento da regeneração natural** após a aplicação dos tratamentos silviculturais propostos,

mantendo-se uma área testemunha para comparação. Resultados de estudos já realizados dentro desta US indicam que o recrutamento de novos indivíduos de *A. angustifolia* é baixo ou quase inexistente (SILVA *et al.*, 2004; LINGNER *et al.*, 2007; BECKERT *et al.*, 2014; BECKERT, 2015), não apresentando indivíduos no estrato inferior, o que indica que a sua regeneração está sendo comprometida devido ao avanço das folhosas – sendo este fato comum em florestas em estágio avançado (LINGNER *et al.*, 2007), ou pela presença da taquara no sub-bosque. No entanto, mesmo havendo carência de recrutamento nessas áreas, espera-se que os tratamentos propostos, bem como o controle da taquara, promovam aberturas suficientes para o recrutamento e regeneração desta e de outras espécies de interesse, por vias naturais, não sendo necessário o enriquecimento destas áreas.

5.2.1.2 Tratamento proposto para a floresta estruturada (FE)

Esta unidade silvicultural engloba subtipologias com características marcantes de florestas secundárias, tanto na estrutura quanto na composição de espécies, embora uma destas seja enquadrada em estágio avançado de regeneração natural (“Canelas”) e a outra em estágio médio (“Associação camboatá/canelas”).

Para estas áreas recomenda-se a diminuição da densidade de indivíduos sem interesse para o manejo, de forma gradativa, evitando a abertura do dossel em grande escala, bem como minimizando os impactos causados às remanescentes com a derrubada de indivíduos de maiores, por meio de um **corte de melhoramento**.

O corte de melhoramento realiza-se de forma exclusiva em florestas submetidas ao manejo pela primeira vez; caso contrário, os exemplares indesejáveis do dossel superior já teriam sido extraídos anteriormente. Sua aplicação visa eliminar a competição vertical produzida por exemplares de maior tamanho, pertencentes a espécies que não apresentam interesse econômico ou ecológico (ALONSO, 1996). O corte de melhoramento é ainda indicado para florestas que tenham sofrido exploração seletiva no passado (ALONSO, 1996), como é o caso da floresta presente na EEEC.

A limpeza e manutenção da taquara também são atividades fundamentais nessa US. Após esta etapa o sub-bosque mostra-se propício para a produção de *Ilex paraguariensis* sob cobertura, por meio do adensamento, mediante o plantio de mudas produzidas em viveiro, como já vem sendo feito em parcelas experimentais na área

de estudo (item 5.1.1.2.4). No manejo de ervais sob cobertura é comum à prática do raleamento do dossel, mediante o corte e retirada de algumas árvores grandes, e no subdossel, por meio de roçadas e eliminação de árvores e arbustos de espécies de pouco valor econômico e que competem com a erva-mate (SANQUETTA; MATTEI, 2006) – de forma que as etapas propostas, como o corte de melhoramento e remoção da taquara, propiciam o estímulo à regeneração tanto da araucária como da erva-mate.

5.2.1.3 Tratamento proposto para a floresta degradada (FD)

Representam áreas muito alteradas no passado e que hoje se encontram em estágio de desenvolvimento inicial, com a dominância de espécies classificadas como pioneiras, em especial a *M. scabrella* (bracatinga), que em diversos talhões constitui formações quase homogêneas, bem como a presença massiva da taquara em seu sub-bosque, o que vem freando o processo de desenvolvimento natural dessa vegetação e impedindo a sua evolução para um estágio mais bem desenvolvido. Dessa forma, a **limpeza** e o controle da taquara são as principais medidas a serem consideradas para o manejo desta US.

Recomenda-se para estas áreas, após o controle da taquara, o manejo da *M. scabrella*, acompanhado da implantação de um plantio de adensamento e enriquecimento em linhas, utilizando-se espécies de interesse econômico e ecológico, como a *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa*, *O. odorífera*, *Cedrela fissilis*, por exemplo.

Para os talhões em processo de transição do estágio de regeneração - onde a dominância das formações homogêneas constituídas pela *M. scabrella* não é tão evidente, de forma que estas são entremeadas por indivíduos de outras espécies - é necessário eliminar gradativamente as espécies que não são interessantes para o manejo. Dessa forma propicia-se melhores condições às remanescentes com maior valor econômico que podem existir nessas áreas, além de manter a limpeza do sub-bosque e realizar a condução destas espécies de interesse para o manejo.

5.2.2 Proposição de tratamentos silviculturais gerais por zona com uso restrito

O QUADRO 5 contém o resumo dos regimes silviculturais propostos para cada zona de uso restrito presente na área de estudo:

QUADRO 5 – ZONAS COM RESTRIÇÕES DE USO E RESPECTIVOS REGIMES GERAIS DE MANEJO PROPOSTOS.

ZONA	TIPO DE RESTRIÇÃO	OBJETIVO DO MANEJO	REGIME SILVICULTURAL GERAL
APP	Legal	Manutenção do ecossistema. Serviços ambientais. Obtenção e aproveitamento de produtos florestais não madeireiros (PFNM).	Coleta de produtos florestais não madeireiros, como folhas, sementes e frutos. Instalação de caixas de abelhas, visando o aproveitamento do potencial apícola de diversas espécies da FOM.
PE	Operacional	Diferente para cada talhão. Depende do objetivo de cada área experimental.	Diferente para cada talhão. Depende do objetivo de cada área experimental.

5.2.2.1 Tratamento proposto para as zonas com restrições legais de uso (APP)

A Lei Federal 12.651 (BRASIL, 2012) instituiu que a vegetação situada em Área de Preservação Permanente deve ser mantida, sendo vedado qualquer tipo de supressão desta vegetação – exceto em casos de utilidade pública, interesse social, ou de baixo impacto ambiental. Esta mesma lei caracteriza como atividade de baixo impacto ambiental a coleta de produtos não madeireiros, como sementes, castanhas e frutos, bem como o plantio de espécies nativas, desde que tal atividade não implique na supressão ou descaracterização da vegetação existente, nem prejudique a função ambiental da área (BRASIL, 2012).

Sendo assim, para os talhões localizados em APP, recomenda-se o manejo de produtos florestais não madeireiros (PFNM). Em inventário realizado por Sanquetta *et al.* (2010) em uma área de Floresta Ombrófila Mista foram identificadas 134 espécies vegetais, sendo que mais de 53% caracterizam-se como fornecedoras de produtos não madeireiros, validando o potencial de fornecimento de PFNM para estas áreas. Os autores apontaram, ainda, algumas espécies como “prioritárias”, por se destacarem no que diz respeito ao fornecimento de PFNM na Floresta Ombrófila Mista. Entre elas se encontram:

- a) *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae): a aroeira, também conhecida atualmente como pimenta rosa, tem seus **frutos** amplamente comercializados como condimento (CARVALHO, 1994).
- b) *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Aquifoliaceae): as **folhas** de erva-mate são tradicionalmente consumidas como erva para chimarrão, ou mate queimado, demandando pouca modificação da matéria-prima natural; mas também se derivam destas, alguns produtos baseados em extratos, como mate solúvel ou refrigerante (CARVALHO, 1994).
- c) *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (Araucariaceae): o grande valor desta espécie, em termos de PFMN, reside nas suas **sementes**, os pinhões, pois estes são fonte de proteína servindo para a alimentação humana (CARVALHO, 1994), sendo utilizados para diversos fins culinários (SANQUETTA *et al.*, 2010).
- d) *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) e *Luehea divaricata* Mart. (Tiliaceae), o cedro e o açoita-cavalo tem registros de uso medicinal. A **casca** do cedro, na forma de chá, é empregada como tônica, adstringente e excelente no combate à febre. A **casca** do açoita-cavalo também é utilizada com finalidade medicinal, mas nesse caso é empregada no tratamento do reumatismo, ou como adstringente; suas **folhas** são usadas em xaropes contra a tosse e bronquite.

São ainda encontradas algumas espécies frutíferas na área de estudo, como *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (guabirova), *Psidium cattleianum* Sabine (araçá) e *Inga* sp. (ingá), que são bastante empregadas como alimento *in natura* ou no preparo de geleias e doces.

Outra característica passível de ser aproveitada em diversas espécies é seu potencial apícola. A flora apícola é o conjunto das espécies vegetais capazes de atrair abelhas para a coleta de pólen, néctar, ou outras substâncias (FALKENBERG; SIMÕES, 2011). Na área de estudo as espécies identificadas com tal potencialidade são: *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira), *Piptocarpha angustifolia* Dusén (vassourão-branco), *Vernonia discolor* (Spreng.) Less. (vassourão-preto), *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho), *Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso Barr. (imbuia), *Cedrela fissilis* Vell. (cedro), *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga), *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (guabirova), *Cupania vernalis* Camb. (camboatá), *Luehea divaricata* Mart. (açoita-cavalo), entre outras. Sendo assim,

sugere-se como uma alternativa na utilização das áreas de APP, como atividade de baixo impacto, a instalação de caixas de abelhas e seu manejo. Dependendo da região onde forem instaladas pode-se planejar um sistema de produção orgânico, observado o raio mínimo entre as colmeias e outras zonas onde se apliquem herbicidas e outros agrotóxicos às lavouras lindeiras à EEEC.

5.2.2.2 Tratamento proposto para as zonas com restrições operacionais de uso (PE)

- a) **Parcelas de monitoramento da regeneração natural:** tendo em vista que estas áreas têm como objetivo analisar a estrutura e dinâmica do processo de regeneração natural em diferentes subtipologias da Floresta Ombrófila Mista, nenhuma intervenção deve ser realizada, uma vez que poderá influenciar nos resultados do estudo.
- b) **Plantio de enriquecimento com mudas de *Araucaria angustifolia*:** para estas parcelas experimentais está previsto o anelamento de indivíduos que estejam competindo com as árvores de interesse, seja por luz ou nutrientes, e não tenham interesse ecológico ou econômico nessas áreas. A limpeza nas linhas para remoção da taquara também é necessária.
- c) **Plantio de *Araucaria angustifolia* derivado de mudas e sementes:** tendo em vista que os resultados deste experimento já foram obtidos e sua publicação está em processo de espera, as covas com falhas foram replantadas. Prevê-se replantio eventual e duas limpezas anuais entre as linhas.
- d) **Recuperação de áreas visando o manejo de ervais sob cobertura:** para a **área 1** está prevista a condução da bracatinga por meio de desbastes e poda, bem como o coroamento das mudas, roçada nas entrelinhas e limpeza da taquara; no caso da **área 2** as principais atividades a serem desenvolvidas são o coroamento e a roçada, bem como poda de condução nas mudas plantadas e da regeneração natural; para a **área 3** está previsto o replantio de mudas e o controle de formigas cortadeiras.
- e) **Sistemas agroflorestais:** as ações futuras para essas áreas incluem a introdução e avaliação de novas espécies arbóreas na sequência, de forma a possibilitar o pleno desenvolvimento dos plantios para que ao atingirem sua

maturidade, possam servir de vitrine para a difusão e expansão dos modelos para outras propriedades da região Sul (RADOMSKI *et al.*, 2014). Adicionalmente, nos arranjos com *Mimosa scabrella* preveem-se podas de condução para a produção de madeira para serraria.

6 CONCLUSÃO

A análise dos resultados obtidos com esta pesquisa permitiu concluir que:

- A utilização da imagem *WorldView-2* mostrou-se adequada à classificação e mapeamento das diferentes subtipologias presentes na área de estudo, permitindo a caracterização de cada unidade homogênea do meio físico quando associada a informações de inventário e coleta de dados em campo. Assim, a interpretação visual da imagem resultou em 12 classes de uso e cobertura, sendo metade destas de caráter florestal, para as quais foi possível determinar o estágio de desenvolvimento dentro da escala sucessional por meio das características apresentadas pela imagem satelitária, exceto no caso da subtipologia “vegetação de solos úmidos”.
- A metodologia utilizada para o talhonomento – realizado por meio do cruzamento das camadas de uso e cobertura do solo com as camadas referentes a hidrografia, rede viária e zonas de uso restrito – mostrou-se simples e de fácil aplicação, mesmo tendo sido necessária a agregação de talhões com áreas pouco representativas (menores que 1 ha) a talhões adjacentes.
- Das subtipologias florestais derivaram-se quatro Unidades Silviculturais (US), com características específicas que permitem a aplicação dos mesmos tratamentos silviculturais gerais, considerando diferentes objetivos para o manejo de cada uma delas: Floresta com araucária (FA); Floresta estruturada (FE); Floresta degradada (FD); e Vegetação de solos úmidos (SU).
- Concluiu-se que os regimes mais adequados a serem recomendados para cada US são: no caso da US-FA, objetivando uma floresta regulada, recomendou-se uma intervenção por meio do método de seleção; para a US-FE pretende-se preparar a floresta para a futura produção de bens e serviços, por meio de cortes de melhoramento e plantios de adensamento; tratando-se da US-FD, por ser uma área muito degradada e ainda em estágio inicial de desenvolvimento, objetiva-se a restauração deste ecossistema, mas com aproveitamento de *Mimosa scabrella* (bracatinga), manejando-a por meio do raleio, além da utilização de sistemas de recomposição e enriquecimento para tais áreas. Tratamentos silviculturais também foram propostos para as áreas de APP, como a obtenção de produtos florestais não madeireiros, bem como

a continuidade das operações nas áreas abrangidas pelas parcelas experimentais (PE) já instaladas na área de estudo por pesquisadores da Embrapa Florestas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C. R.; BATISTELLA, D. Análise das técnicas de fusão de imagens aplicadas ao satélite CBERS-2B (CCD-HRC). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 2188-2192.

ALONSO, A. V. **Los tratamientos silviculturales**. Santiago: Universidad de Chile – Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 1996.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, 2013. Disponível em: < <http://goo.gl/aTKSS7> >. Acesso em: 16/04/2016.

AMADOR, D. B.; VIANA, V. M. Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 105-110, 1998.

ANSELMINI, J. I. **Fenologia reprodutiva da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, na região de Curitiba-PR**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

APARÍCIO, P. da S. **Subsídios para o manejo sustentável na Floresta Estadual do Amapá: estrutura e dinâmica**. 138 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013.

ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**. Oxford: Pergamon Press, 1970.

BACKES, A. Distribuição geográfica atual da Floresta com Araucária: condicionamento climático. In: FONSECA, C. R.; SOUZA, A. F.; LEAL-ZANCHET, A. M.; DUTRA, T.; BACKES, A.; GANADO, G. (Eds.) **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos, 2009. p. 39-44 (a).

BACKES, A. Floresta com Araucária: importância e usos múltiplos. In: FONSECA, C. R.; SOUZA, A. F.; LEAL-ZANCHET, A. M.; DUTRA, T.; BACKES, A.; GANADO, G. (Eds.) **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos, 2009. p. 303-309 (b).

BALDUCCI, E.; ELIANO, P.; IZA, H. R.; SOSA, A. **Bases para el manejo sostenible de los bosques nativos de Jujuy**. San Salvador de Jujuy: Fundación Instituto de Cooperación Tecnológica y Desarrollo Sustentable, 2012.

BARTH FILHO, N. F. **Delineamentos de um sistema de monitoramento de crescimento e produção em campo para florestas naturais: aplicação na floresta com araucária**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

BASSO, C. M. G. A araucária e a paisagem do planalto sul brasileiro. **Revista de Direito Público**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 1-11, 2010.

BECKERT, S. M. **Crescimento, produção e periodicidade de remediações em Floresta Ombrófila Mista**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

BECKERT, S. M.; ROSOT, M. A. D.; ROSOT, N. C. Crescimento e dinâmica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 209-218, 2014.

BLUM, C. T. Lista preliminar de espécies vegetais secundárias nativas do Paraná, 2008. FLORAPARANÁ, Sociedade Chauá. Disponível em < <http://goo.gl/Y727Uc> >. Acesso em: 27/11/2015.

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 1965. Disponível em < <http://goo.gl/BykW4> >. Acesso em: 27/01/2016.

BRASIL. Lei n. 5.106, de 02 de setembro de 1966. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 1966. Disponível em < <http://goo.gl/6FRNba> >. Acesso em: 27/01/2016.

BRASIL. Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 2006. Disponível em < <http://goo.gl/2xv3H> >. Acesso em: 27/01/2016.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 2012. Disponível em < <http://goo.gl/7Qo9OG> >. Acesso em: 27/01/2016.

BRUNA, M. La importancia de La certificación forestal. **Chile Forestal**, Santiago, n. 328, p. 33-33, 2006.

CALDATO, S.; LONGHI, S. J.; FLOSS, P. A. Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma Floresta Ombrófila Mista, Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 89-101, 1999.

CALDEIRA, S. F. **Práticas silviculturais**. Cuiabá: UFMT, 1999. 73 f. Notas de aulas teóricas.

CARRERA, F.; LOUMAN, B.; GALLOWAY, G.; DE CARMINO, R. Relación Estado – manejo forestal. In: VILCHÉZ, L. O. (Edt.) **Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales**. Turrialba: CATIE, 2004. p. 55-96

CARVALHO, M. M. X.; NODARI, E. S. As fases da exploração madeireira na floresta com araucária e os progressivos avanços da indústria madeireira sobre as florestas primárias (1870-1970). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA AMBIENTAL E MIGRAÇÕES, 2010, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2010. p. 707-726.

CARVALHO, P. E. R. **Algumas características ecológicas e silviculturais de quatro espécies florestais do estado do Paraná**. 186 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1978.

CARVALHO, P. E. R. **Bracatinga de Campo Mourão**. Colombo: Embrapa-CNPf, 2002. 5 p. Circular Técnica.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: Embrapa-CNPf/SPI. 1994.

CINTRA, D. P. **Classificação de estágios sucessionais florestais por meio de imagens de alta resolução (IKONOS) no Parque Estadual da Pedra Branca, RJ**. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

COCHMANSKI, J. C. Estruturação de bases temáticas como subsídio à proposição de tratamentos silviculturais para fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2015.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 02, de 18 de março de 1994. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 1994. Disponível em < <http://goo.gl/2tIIQt> >. Acesso em 20/06/2015. (a)

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 04, de 04 de maio de 1994. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 1994. Disponível em < <http://goo.gl/1dfY5W> >. Acesso em 20/06/2015. (b)

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 10, de 01 de outubro de 1993. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 1993. Disponível em < <http://goo.gl/5wk0KI> >. Acesso em 20/06/2015.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 278, de 24 de maio de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 2001. Disponível em < <http://goo.gl/KJKaC1> >. Acesso em 13/07/2015.

CRUZ, P. Propuestas silvícolas para la Foresta Atlántica, sobre la base de las experiencia silvícolas de recuperación en el tipo forestal siempreverde chileno. In: WORKSHOP “ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS DO MANEJO FLORESTAL: UM ENFOQUE PARA A *Araucaria angustifolia*”, 2005, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2005.

DIGITALGLOBE. *WorldView-2*: Data sheet. Disponível em: < <http://goo.gl/bVOvpB> >. Acesso em: 20/02/2014.

DIGITALGLOBE. The benefits of the eight spectral bands of *WorldView-2*: White paper, 2010. Disponível em: < <http://goo.gl/GMvKUf> >. Acesso em: 20/02/2014.

DLUGOSZ, F. L. **Classificação orientada a regiões na discriminação de tipologias da Floresta Ombrófila Mista usando imagens orbitais Ikonos**. 135 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de Florestas. A Estação Experimental da Embrapa em Caçador/SC, 2014. Disponível em: < <https://goo.gl/U9GTfA> >. Acesso em: 11/11/2015.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba: Embrapa-CNPQ, 1988. Documentos, 21.

EMBRAPA/EPAGRI. **Parque Florestal do Contestado**. Plano diretor. Caçador, SC, 1994. 86p.

ENGESAT. **Fornecimento de imagens de satélites *WORLDVIEW-2* sobre a Estação Experimental da Embrapa Florestas no município de Caçador/SC**. Curitiba: EngeSat, 2014. 7 p. Relatório Técnico.

FALKENBERG, D. B.; SIMÕES, T. Espécies de interesse apícola e sua fenologia de floração. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. p. 837-860.

FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 763-776, 2010.

FIORENTIN, L. D.; TÉO, S. J.; SCHNEIDER, C. R.; COSTA, R. H.; BATISTA, S. Análise florística e padrão espacial da regeneração natural em área de Floresta Ombrófila Mista na região de Caçador, SC. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 1, p. 60-70, 2015.

FONSECA, C. R.; GISLENE, G.; BALDISSERA, R.; BECKER, C. G.; (...) VIEIRA, E. M. Princípios modernos de manejo florestal e conservação da biodiversidade associada à Floresta com Araucária. In: FONSECA, C. R.; SOUZA, A. F.; LEAL-ZANCHET, A. M.; DUTRA, T.; BACKES, A.; GANADO, G. (Eds.) **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos, 2009. p. 287-295.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica Período 2013 – 2014**. São Paulo: SOS Mata Atlântica/INPE, 2014. 61 p. Relatório Técnico.

GONÇALVES, A. C.; DIAS, S. S.; FERREIRA, A. G. Definição de modelos de silvicultura à escala de planos de ordenamento florestal. **Silva Lusitana**, Lisboa, n. especial, p. 97-110, 2008.

GORENSTEIN, M. R. **Diversidade de espécies em comunidades arbóreas: aplicação de índices de distinção taxonômica em três formações florestais do Estado**

de São Paulo. 146 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

GOTARREDONA, C. D. C.; GARCIA, R. O. Aplicación del método de ordenación por rodales en el monte “Pinar del Rey y Dehesilla”, T. M. San Roque (Cádiz). **Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales**, Palencia, n. 27, p. 67-72, 2008.

GRAU, P. V.; NICOLAU, M. P. Utilización del método de ordenación por rodales para compatibilizar la gestión forestal y la conservación de la biodiversidad. **Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales**, Palencia, n. 21, p. 125-133, 2007.

GUERRA, M. P.; SILVEIRA, V.; REIS, M. S.; SCHNEIDER, L. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: SIMÕES, L. L.; LINO, C. F. (Eds.) **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: SENAC, 2002, p. 85-101.

HESS, A. F.; CALGAROTTO, A. R.; PINHEIRO, R.; WANGINIYAK, T. C. R. Propostas de manejo de *Araucaria angustifolia* utilizando o quociente de Liocourt e análise de incremento, em propriedade rural no município de Lages, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 337-345, 2010.

HIGUCHI, N. Utilização e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais úmidas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 24, n. 3, p. 278-288, 1994.

HUECK, K. **As Florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Editora da Universidade de Brasília/Editora Polígono, 1972.

IBAMA. Portaria n. 37-N, de 03 de abril de 1992. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. Disponível em < <http://goo.gl/x6D1uw> >. Acesso em: 20/05/2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

KELLERMAN, B. **Monitoramento da regeneração natural em fragmento de floresta ombrófila mista e morfoanatomia de plântulas e tirodendros de *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme (Asteraceae)**. 141 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

KIMMINS, J. P. **Forest Ecology: a foundation for sustainable forest management and environmental ethics in forestry**. 3.ed. Minnesota: Pearson Prentice Hall, 2004.

KLEIN, R. M. Necessidade da pesquisa das florestas nativas para uma exploração racional e manejo eficiente das mesmas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1968, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Paranaense de Engenheiros Florestais, 1968. p. 125-128.

KOCH, Z.; CORRÊA, M.C. **Araucária: a floresta do Brasil Meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Eds.): **Handbuch der Klimatologie**. Gebrüder Bornträger: Berlin, 1936, p. 1-44, parte C.

KURASZ, G.; FASOLO, P. J.; POTTER, R. O.; DLUGOSZ, F. L.; GEBAUER, E.; ROSOT, M. A. D.; MALHEIROS, Y. M. Levantamento semidetalhado de solos para atualização de legenda na Reserva Florestal Embrapa/Epagri de Caçador – SC. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 3., 2004, Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 12 p.

KURASZ, G. **Sistema de Informações Geográficas aplicado ao zoneamento ambiental da Reserva Florestal Embrapa/Epagri, Caçador/SC**. 158 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2005.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Rossdorf: TZ-Vérl.-Ges., 1990.

LIMA FILHO, D. de A.; REVILLA, J.; COÊLHO, L. de S.; RAMOS, J. F.; SANTOS, J. L. dos; OLIVEIRA, J. G. de. Regeneração natural de três hectares de Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme na região do Rio Urucu-AM, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 32, n. 4, p. 555-570, 2002.

LINGNER, D. V.; OLIVEIRA, Y. M. M de; ROSOT, N. C.; DLUGOSZ, F. L. Caracterização da estrutura e da dinâmica de um remanescente de Floresta com Araucária no Planalto Catarinense. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 55-66, 2007.

LOMBARDI, J. C.; LUCENA, C. A.; FERRI, C. **História, trabalho e educação: formação profissional e empregabilidade em Caçador – SC**. Caçador: Fundação de Ciência e Tecnologia, do Estado de Santa Catarina, UNC, 2003. 126 p. Relatório de Pesquisa.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no sul do Brasil**. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 1980.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarium, 1992.

LOUMAN, B.; CAMINO, R. Aspectos generales. In: VILCHÉZ, L. O. (Ed.) **Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales**. Turrialba: CATIE, 2004. p. 1-49.

LUZ, J. **Imagens ALOS para o mapeamento da vegetação arbórea e outros usos do solo em área de Floresta Ombrófila Mista**. 122 f. Dissertação (Mestre em

Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2009.

MANTOVANI, M. **Caracterização de populações naturais de xaxim (*Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hooker), em diferentes condições edafo-climáticas no estado de Santa Catarina.** 107 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MARAN, J. C. M.; ROSOT, M. A. D.; ROSOT, N. C.; RADOMSKI, M. I.; CARDOSO, D. J.; LACERDA, A. E. B.; KELLERMANN, B. Análise de sobrevivência em plantios de enriquecimento com *Araucaria angustifolia* usando mudas de grande e pequeno porte. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 5., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal, 2015. 11 p.

MARQUES, A. da C.; MATTOS, A. G.; BONA, L. C.; REIS, M. S. dos. Florestas Nacionais e desenvolvimento de pesquisas: o manejo da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.) na Flona de Três Barras/SC. **Biodiversidade Brasileira**, v. 2, n. 2, p. 4-17, 2012.

MARQUES, T. P. **Subsídios a recuperação de formações ripárias da Floresta Ombrófila Mista do Estado do Paraná, a partir do uso de espécies fontes de produtos florestais não-madeiráveis.** 244 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2007.

MÄHLER JUNIOR, J. K. F.; LARocca, J. F. Fitofisionomias, desmatamento e fragmentação da Floresta com Araucária. In: FONSECA, C. R.; SOUZA, A. F.; LEAL-ZANCHET, A. M.; DUTRA, T.; BACKES, A.; GANADO, G. (Eds.) **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável.** Ribeirão Preto: Holos, 2009. p. 243-252.

McEVOY, T. J. **Positive impact forestry: a sustainable approach to managing woodlands.** Washington, DC: Island Press, 2004.

MELLO, A. A.; EISFELD, R. L.; SANQUETTA, C. R. Projeção Diamétrica e volumétrica da araucária e espécies associadas no sul do Paraná, usando matriz de transição. **Revista acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 4, p. 55-66, 2003.

MELLO FILHO, J. A.; STOEHR, G. W. D.; FABER, J. Determinação dos danos causados pela fauna a sementes e mudas de "*Araucaria angustifolia*" (Bert.) O. Ktze. nos processos de regeneração natural e artificial. **Floresta**, Curitiba, v. 12, p. 26-44, 1981.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Portaria n. 51, de 3 de fevereiro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 2009. 1p. Disponível em < <http://goo.gl/MyKn0K> >. Acesso em 27/06/2015.

MOLINA, J. M. G.; NICOLAU, M. P.; GRAU, P. V. **Manual de ordenación por rodales.** Gestión multifuncional de los espacios forestales. Catalunya: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, 2006.

MOLINA, J. M. G.; NICOLAU, M. P.; GRAU, P. V. **Manual de ordenación por rodales**. Gestión Multifuncional de los espacios forestales. 2.ed. Catalunya: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, 2011.

MOLINA, J. M. G. Propuesta de estructura para los proyectos de Ordenación de Rodales. **Montes**, Madrid, n. 72, p. 59-67, 2003.

MOSSMAYER, H.; FONSECA, W. N. O “adensamento” como método para a recuperação de matas nativas exploradas de *Araucaria angustifolia*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1., 1968, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Paranaense de Engenheiros Florestais, 1968. p. 121-124.

MULLER, J. A. **A influência dos roedores e aves na regeneração da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.** 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 9-25, 2001.

OLIVEIRA FILHO, P. C. de; GOMES, G. S.; DISPERATI, A. A. O geoprocessamento como suporte ao manejo sustentável da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) em ambiente natural. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 173-182, 2008.

PELLICO NETTO, S. **Inventário florestal nacional, florestas nativas**: Paraná/Santa Catarina. Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – DE, 1984.

PETRENTCHUK, L. W. **Possibilidades e desafios do manejo de fragmentos de floresta ombrófila mista como alternativa de desenvolvimento**: um estudo com base na realidade socioeconômica ambiental em Canoinhas (SC). 140 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade do Contestado, Canoinhas, 2015.

PIRES, P. T. L. Aspectos legais. In: SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. **Perspectivas de Recuperação e Manejo Sustentável das Florestas de Araucária**. Curitiba: Multi-Graphic, 2006.

PUCHALSKY, A.; MANTOVANI, M.; REIS, M. S. Variação em populações naturais de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze associada a condições edafo-climáticas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 70, n. 70, p. 137-148, 2006.

RADOMSKI, M. I.; LACERDA, A. E. B.; KELLERMANN, B. **Sistemas agroflorestais**: restauração ambiental e produção no âmbito da Floresta Ombrófila Mista. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. Documentos 276.

REIS, A. **Manejo e conservação das florestas catarinenses**. 124 f. Tese (Concurso de Professor Titular) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. **Araucariaceae**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966.

REYES, R. La leña certificada se apodera del mercado. **Chile Forestal**, Santiago, n. 328, p. 53-55, 2006.

RIBEIRO, N.; SITOE, A. A.; GUEDES, B. S.; STAISS, C. **Manual de silvicultura tropical**. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane/FAO, 2002.

RIBEIRO, S. B. **Classificação e ordenação da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS**. 181 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

RIVERA, H, A. R. **Ordenamento territorial de áreas florestais utilizando avaliação multicritério apoiada por geoprocessamento, fitossociologia e análise multivariada**. 242 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

RIVERA, H, A. R.; ROSOT, N. C.; ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M. M. de. Análise florística e fitossociológica do componente arbóreo da floresta ombrófila mista presente na Reserva Florestal Embrapa/Epagri, Caçador, SC – Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 485-500, 2009.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-92, 2002.

RODIGHERI, H. R. **Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo**. Colombo: Embrapa, 1997. Circular Técnica 26.

RODRIGUES, E. R.; CULLEN JR., L.; BELTRAME, T. P.; MOSCOGLIATO, A. V.; SILVA, I. C. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de Reserva Legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **R. Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 941-948, 2007.

ROSOT, M. A. D. CRUZ, P. OLIVEIRA, Y. M. M.; RIVERA, H.; MATTOS, P. P. Desarrollo de un modelo de plan de manejo para areas protegidas en bosques con araucaria en el sur de Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO IUFRO, 2., 2006, La Serena. **Anais...** Santiago: INFOR, 2006. 15 p.

ROSOT, M. A. D.; LUZ, J.; CRUZ, P.; ROSOT, N. C.; MALHEIROS, Y. M. Las geotecnologías como herramienta para el ordenamiento territorial: Estudio de caso en un bosque de Araucaria en el sur de Brasil. **Revista Forestal Latinoamericana**, Mérida, Venezuela, v. 23 (2), n. 44, p. 111-130, 2008.

ROSOT, M. A. D.; MALHEIROS, Y. M.; MATTOS, P. P. de; GARRASTAZU, M. C.; SHIMIZU, J. Y. **Monitoramento na Reserva Florestal da Embrapa/Epagri (RFEE) em Caçador, SC**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. (Documentos 158). (a)

ROSOT, M. A. D. Manejo florestal de uso múltiplo: uma alternativa contra a extinção da Floresta com Araucária? **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 75-85, 2007.

ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M. M.; RADOMSKI, M. I.; LACERDA, A. E. B.; GARRASTAZU, M. C.; CARDOSO, D. J.; MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; KELLERMANN, B. **Bosque Modelo Caçador**: concepção e processo de estruturação. Colombo: Embrapa Florestas, 2013. (Documentos 258)

ROSOT, M. A. D.; SEIDEL, R. **Caçador**. História de Caçador. Disponível em: < <http://goo.gl/h3pJ9y> > Acesso em: 20/05/2015.

ROSOT, N. C.; DUGLOSZ, F. L.; ROSOT, M. A. D.; KURASZ, G.; OLIVEIRA, Y. M. M. Ações de recuperação em áreas degradadas por fogo em Floresta Ombrófila Mista: resultados parciais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo. n. 55, p. 23-30, 2007. (b)

ROSSI, L. M. B. **Processo de difusão para simulação da dinâmica de Floresta Natural**. 168 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

ROTHERMEL, H. **Economía del manejo sustentable**. Una alternativa para el bosque nativo. Santiago: Ediciones Universidad Mayor, 2002.

SANQUETTA, C. R. Controle de taquaras como alternativa para a recuperação da Floresta com Araucária. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 45-53, 2007.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; EISFELD, R. L. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; VULCANIS, L.; BERNI, D. M. Sobrevivência de mudas de *Araucaria angustifolia* perante o controle de taquaras (Bambusoideae) no Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 35, p. 127-135, 2005.

SANQUETTA, C. R.; FERNANDES, L. A. V.; MIRANDA, D. L. C.; MOGNON, F. Inventário de plantas fornecedoras de produtos não madeireiros da Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 5, p. 359-369, 2010.

SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. **Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das florestas de araucária**. Curitiba: Multi-Graphic, 2006.

SANQUETTA, C. R. Perspectivas da recuperação e do manejo sustentável as florestas de araucária. **Com Ciência**, Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, n. 68, 2005. Disponível em: < <http://goo.gl/8FEkKZ> >. Acesso em 18/09/2015.

SANTOS, K. F. dos; FERREIRA, T. de S.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C. da; VANDRESEN, P. B.; COSTA, A. da; SPADA, G.; SCHMITZ, V.; SOUZA, F. de.

Regeneração natural do componente arbóreo após a mortalidade de um maciço de taquara em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages – SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 107-117, 2015.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 135-141, 2002.

SANTOS, W. C. **Análise de características dendrométricas e fatores edáficos no crescimento e produção de um povoamento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.** 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SCHMIDT, H; TORAL, M.; BURGOS, P. Aspectos de estructura y de regeneración natural para el manejo silvícola de los bosques de araucaria – Lenga en Chile. In: IUFRO MEETING ON FORESTRY PROBLEMS OF THE GENUS ARAUCARIA, 1. 1979, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1980. p. 159-166.

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.

SILVA, J. A. A.; NOBRE, A. D.; MANZATTO, C. V.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R.; SKORUPA, L. A.; NOBRE, C. A.; AHRENS, S.; MAY, P. H.; SÁ, T. D. A.; CUNHA, M. C.; RECH FILHO, E. L. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo.** São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC/Academia Brasileira de Ciências, ABC, 2011.

SILVA, J. A.; SALOMÃO, A. N.; GRIPP, A.; LEITE, E. J. **Estrutura e composição florística da reserva genética florestal de Caçador, estado de Santa Catarina.** Brasília: Embrapa, 2004. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 68.

SILVA, J. N. M. **Manejo Florestal**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 1996.

SOARES, R. V. Considerações sobre a regeneração natural da *Araucaria angustifolia*. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 10, n. 2, p.12-18, 1979.

SILVA, S. de O.; FERREIRA, R. L.; SILVA, J. A. A. da; LIRA, M. de A.; ALVES JUNIOR, F. T.; CANO, M. O. de O.; TORRES, J. E. L. Regeneração natural em um remanescente de caatinga com diferentes históricos de uso no agreste pernambucano. **Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 441-450, 2012.

SILVA, V. S. M. **Manejo de florestas nativas: planejamento, implantação e monitoramento.** Cuiabá: UFMT, 2006.

SOLER MAYOR, M. CONAF – Cooperación alemana: socios por el bosque nativo. **Chile Forestal**, Santiago, n. 328, p. 3-6, 2006.

SOUZA, A. L.; JARDIM, F. C. S. **Sistemas silviculturais aplicados as florestas tropicais.** Viçosa: UFV/Sociedade de Investigações Florestais, 1993.

THOMÉ, N. **Ciclo da madeira**. História da devastação da Floresta de Araucária e do desenvolvimento da Indústria da Madeira em Caçador e na Região do Contestado no século XX. Universal: Caçador, 1995.

TRES, D. R.; REIS, A.; SCHLINDWEIN, S. L. A construção de cenários da relação homem-natureza sob uma perspectiva sistêmica para o estudo da paisagem em fazendas produtoras de madeira no planalto norte catarinense. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 151-173, 2011.

VALERIANO, D. D. B. **Dinâmica da floresta ombrófila mista altomontana, Campos do Jordão, São Paulo**. 176 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

VENTUROLI, F.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W. Tree diameter growth following silvicultural treatments in a semi-deciduous secondary forest in central Brazil. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 117-123, 2015.

VIEIRA, E. M.; IOB, G. Dispersão e predação de sementes de *Araucaria angustifolia*. In: FONSECA, C. R.; SOUZA, A. F.; LEAL-ZANCHET, A. M.; DUTRA, T.; BACKES, A.; GANADO, G. (Eds.) **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos, 2009. p. 85-95.

VITA, A. **Los tratamientos silviculturales**. 2.ed. Santiago: Universidad de Chile, 1996.